

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**М. В. Дегтяр**

**ЗАХИСТ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ СКЛАДУВАННІ ТА ЗАХОРОНЕННІ**  
**ШЛАМІВ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 3, 4 курсів денної і заочної форм навчання першого рівня  
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
освітня програма «Гідротехніка» («Водні ресурси»)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

**Дегтяр М. В.** Захист водних об'єктів при складуванні та захороненні шламів та твердих побутових відходів : конспект лекцій для студентів 3, 4 курсів денної і заочної форм навчання першого рівня за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Гідротехніка» («Водні ресурси») / М. В. Дегтяр ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019.–57 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. М. В. Дегтяр

Рецензенти:

**С. С. Душкін**, доктор технічних наук, професор кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова);

**В. О. Ткачов**, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол №1 від 29.08.2017.*

Конспект лекцій складено з метою допомоги студентам при підготовці до занять, виконання індивідуального завдання, підготовки до заліків та іспитів із дисципліни «Захист водних об'єктів при складуванні та захороненні шламів та твердих побутових відходів».

© М. В. Дегтяр, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
ЗМ 1.1 Основні властивості і класифікація твердих побутових відходів.....	4
Тема 1 Поняття відходів, класифікація відходів.....	4
Тема 2 Норми накопичення ТПВ. Джерела утворення відходів. Законодавчі і нормативно-правові аспекти управління відходами.....	10
Тема 3 Збір, транспортування та захоронення твердих побутових відходів. Поняття, склад і структура вторинних ресурсів.....	17
Тема 4 Методи поводження з ТПВ, їх переробка та знешкодження, сортування відходів.....	22
ЗМ 1.2 Методи підготовки і переробки твердих побутових відходів.....	29
Тема 5 Полігони для захоронення ТПВ. Похідні експлуатації полігонів.....	29
Тема 6 Вплив функціонування полігонів на навколишнє середовище.....	38
Тема 7 Моніторинг компонентів довкілля.....	43
Тема 8 Основні заходи захисту водних об'єктів.....	50
Список рекомендованих джерел.....	57

## ВСТУП

В ринкових умовах значно підвищується попит на кваліфікованих випускників (фахівців), які могли б грамотно розв'язувати будь-які інженерні задачі, приймати вірні проектні та технологічні рішення з урахуванням економічної складової. На даному етапі соціального розвитку, в умовах погіршеного екологічного стану навколишнього середовища в Україні та світі необхідність вивчення курсу «Захист водних об'єктів при складуванні та захороненні шламів та твердих побутових відходів» стає очевидним. Нині масштаби утворення відходів виробництва та споживання настільки значні, що забруднення атмо-, гідро- та літосфери сягає загрозливих масштабів. Стрімке погіршення стану екосфери, пов'язане з утворенням твердих, рідких і газоподібних відходів, може призвести до непоправних негативних наслідків. Тому утилізація відходів стала однією з найактуальніших глобальних проблем. З іншого боку, паралельно з процесами знищення довкілля відбувається виснаження невідновлювальних природних ресурсів – насамперед корисних копалин та прісної води. Разом з тим, велика кількість товарів, різноманітної промислової продукції може бути випущена в результаті використання вторинних ресурсів. Значні об'єми відходів дають підстави розглядати їх як цінну сировину для повторного використання.

У зв'язку з цим метою вивчення даного предмету є ознайомлення та опанування різними сучасними та ефективними способами утилізації та переробки твердих побутових відходів задля мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та отримання чималого прибутку.

## **ЗМ 1.1 ОСНОВНІ ВИДИ ВІДХОДІВ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, МЕТОДИ ЇХ ПЕРЕРОБКИ**

### **Тема 1 Поняття відходів, класифікація відходів**

Основні властивості твердих побутових відходів, морфологічний склад твердих побутових відходів

Тверді побутові відходи (ТПВ)— це відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини та накопичуються в житлових будинках, суспільних, навчальних, лікувальних, торгівельних та інших організаціях (це харчові відходи, предмети домашнього споживання, сміття, листя, будівельні відходи, макулатура, скло) і не мають наступного використання за місцем їхнього утворення [1].

Класифікаційний каталог відходів являє собою перелік видів відходів, систематизованих по сукупності пріоритетних ознак:

- за походженням;
- за агрегатним та фізичним станом;
- за небезпечними властивостями;
- за ступенем шкідливого впливу.

У ряді випадків використовується класифікація відходів за можливістю їхньої утилізації. Наприклад, у Японії ТПВ при організації їхнього селективного збору в місцях їхнього утворення класифікують на горючі, негорючі та цінні [1].

Оскільки виробнича діяльність людини пов'язана із задоволенням її потреб, всі відходи, що утворюються, можна принципово розділити на дві великі групи – відходи виробництва та відходи споживання.

Відходи виробництва – продукти, які не виробляються цілеспрямовано, а утворюються як побічні при створенні кінцевого продукту. Для кожного виробництва характерний свій вид відходів.

До відходів споживання варто віднести відходи, в яких закінчився термін придатності у побуті, а також непотрібні людині продукти або їхні залишки, що утворилися в системі міського господарства.

Найпоширеніші відходи споживання:

- ТПВ, крупно-габаритне сміття (холодильники, пральні машини, плити, дивани);
- автопокришки;
- ртутні лампи;
- авто та електронний лом;

Наступна класифікація відповідно до місця утворення:

- побутові;
- промислові;
- сільськогосподарські;

Виходячи з агрегатного стану:

- тверді;
- рідкі;
- газоподібні.

Відповідно до небезпеки впливу на людину й навколишнє середовище ТПВ підрозділяються на 4 групи:

- надзвичайно небезпечні;
- дуже небезпечні;
- середньої небезпеки;
- малонебезпечні.

Для практичного рішення питання переробки відходи зручно класифікувати на 4 групи:

1. органічні;
2. неорганічні;
3. змішані (найбільш складні для переробки);
4. радіоактивні;

За морфологічним та хімічним складом всі відходи поділяються на наступні види:

- біодеградуємі, до яких відносяться харчові, садово-паркові відходи, папір, деревина, деякі види текстилю, що становлять у середньому 60 - 80 % від маси ТПВ;
- відходи, що піддаються хімічній деструкції - чорні й кольорові метали, пластмаси;
- баластові - камені, скло, будівельні матеріали.

Із фракції біодеградуємих, залежно від швидкості та повноти розкладання, виділяються три основні групи: ті що швидко розкладаються - харчові відходи, трава, листи; середньої швидкості розкладання -, принтерний і лощений папір, офісний і журнальний папір, паперовий посуд, садово-паркові відходи; ті що повільно розкладаються - целофан гофрований картон, газети, деревина [1-3].

### **Основні властивості та морфологічний склад твердих побутових відходів**

Склад і властивості побутових відходів, досліджуються за спеціальною методикою з урахуванням нормативно-правової документації та вимог закону України «Про відходи» [4].

*Щільність відходів* в Україні становить у середньому  $0,19 - 0,23 \text{ т/м}^3$ . Щільність ТПВ коливається залежно від благоустрою житлового фонду та пори року. Для упорядкованого житлового фонду щільність ТПВ у весняно-літній сезон становить  $0,18 - 0,22 \text{ т/м}^3$ , в осінньо-зимовий сезон  $0,2 - 0,25 \text{ т/м}^3$ , для невпорядкованого житлового фонду із пічним опаленням  $0,3 - 0,6 \text{ т/м}^3$ . Чим більше паперу та різного пластмасового пакування, тим менше щільність ТПВ. Зі збільшенням вологості щільність ТПВ підвищується. У майбутньому щільність ТПВ більших міст за рахунок збільшення кількості різних упакувань

знизиться до величини, близької  $0,1 \text{ т/м}^3$ . У великих містах Європи й Америки щільність ТПВ близька до цього показника [3].

*Зв'язність і зчеплюваність.* Папір і картон, текстиль і пластмасові плівки формують структуру ТПВ та надають їм механічної зв'язності. Липкі та вологі компоненти забезпечують зчеплення. Ці властивості ТПВ сприяють сводоутворенню та зависанню на стінках бункерів та прутах ґрат. Так, через ґрати  $30 \times 30 \text{ см}$  ТПВ самотійно не провалюються, і для їхнього проштовхування потрібні додаткові зусилля. На стінках бункерів з кутами  $65\text{—}70^\circ$  відбувається налипання та зависання ТПВ. При тривалому зберіганні ТПВ злежуються, самоущільнюються та втрачають сипкість.

*Компресійні властивості.* Для зменшення загального обсягу ТПВ під час перевезення й складування на полігонах важливо знати їхні компресійні властивості, тобто вплив тиску на ступінь ущільнення.

При пошаровому ущільненні на полігонах при питомому тиску, що дорівнюється  $0,1 \text{ МПа}$ , обсяг ТПВ, вивантаженого з сміттєвоза, зменшується в 3–4 рази.

При пресуванні ТПВ в сміттєвозі при питомому тиску, рівному  $0,1 \text{ МПа}$ , їхній обсяг зменшується в 1,5–3 рази.

При підвищенні питомого тиску до  $0,3\text{—}0,5 \text{ МПа}$  відбувається поломка різного роду пакувань, пресування паперу та плівок, починається видавлювання вологи. Обсяг ТПВ залежно від їх складу та вологості може бути зменшений як мінімум в 5 разів від первинного, отриманого при зборі ТПВ в контейнерах. Щільність ТПВ при цьому може досягати величини, рівної  $0,8 \text{ т/м}^3$  і більше.

При підвищенні питомого тиску до  $10\text{—}20 \text{ МПа}$  віджимається 80–90% всієї вологи, що утримується в ТПВ при зборі. При цьому обсяг ТПВ знижується ще в 2–2,5 рази, а щільність підвищується в 1,3–1,7 рази. Спресовані в такий спосіб ТПВ на якийсь час стабілізуються, тому що змісту вологи в ТПВ недостатньо для активної життєдіяльності мікроорганізмів, а доступ кисню через високу щільність ускладнений. При подальшому підвищенні питомого тиску до  $60 \text{ МПа}$  відбувається майже повне віджимання вологи, але обсяг практично вже не змінюється. Мікробіологічне життя в такому матеріалі вповільнюється.

*Абразивні та корозійні властивості.* Зіскоблювання тертьових поверхонь відбувається за рахунок баластових фракцій (метал, бій скла, фаянсу, кістки й ін.). У зв'язку із цим ТПВ мають абразивність і можуть стирати дотичні з ними поверхні. При контакті з металами ТПВ мають кородуючий вплив, що пов'язаний з їхньою високою вологістю, наявністю у фільтраті розчинів різних солей і кислим середовищем ( $\text{pH} = 5\text{—}6,5$ ).

*Теплотехнічні властивості.* Наявність у ТПВ великої кількості органічних речовин відповідає за їхню теплотворну здатність.

Питома теплоємність основних компонентів ТПВ (у  $\text{Дж/кг град.}$ ) наступна: вода – 4190; дерево, картон, папір – 2 000–2 500; скло, камені – 800–1 000; залізо – 400; алюміній – 860.

Теплотворна здатність ТПВ також залежить від їхньої щільності. Так, при зміні щільності від  $0,2 \text{ т/м}^3$  до  $0,5 \text{ т/м}^3$  теплотворна здатність ТПВ знижується з 2000 до 940 ккал/кг.

*Санітарно-бактеріологічні властивості.* ТПВ містять велику кількість вологих органічних речовин, які, розкладаючись, виділяють гнильні запахи й фільтрат. Під час висихання продукти неповного розкладання утворюють насичений забруднювачами й мікроорганізмами (від 300 до 15 млрд на 1 г сухої речовини) пил. У результаті відбувається інтенсивне забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод. Розповсюджувачами патогенних мікроорганізмів є мухи, пацюки, птахи, безхатні собаки й кішки.

Морфологічний склад ТПВ в значній мірі залежить від кліматичних умов, пори року, часу, що пройшов з моменту їхнього утворення, ступеня благоустрою житла, наявності системи роздільного збору ТПВ, у т.ч. харчових відходів, рівня добробуту мешканців і ін.

Морфологічний склад ТПВ характеризуються такими основними компонентами:

- папір;
- картон;
- харчові відходи;
- дерево;
- метал (чорний і кольоровий);
- текстиль;
- шкіра, кістки;
- полімерні матеріали та інші

Типовий морфологічний склад ТПВ на прикладі Дергачівського полігону представлений у таблиці 1.1 [1, 3].

Таблиця 1.1 – Типовий морфологічний склад ТПВ на прикладі Дергачівського полігону

Найменування компонента	Частка фракцій, %		Щільність, $\text{кг/м}^3$	Величина фракцій, мм	Тривалість розкладання
	Житловий сектор	Нежитловий сектор			
1	2	3	4	5	6
Харчові й рослинні відходи	54,07		100	100 – 260	До 2-х місяців
Папір, картон і ін.	7,61		700 – 1 000	50 – 250	До 1 сезону
Дерево	1,0	1,0	180 – 220	50 – 250	До 10 років
Текстиль	4,5	3,0	85	250 – 50	До 10 років
Гума, шкіра	1,8	1,2	65 – 160	50 – 150	Іноді понад 100 років
Пластмаса (у т.ч. ПЕТ пляшки)	7,71	11,91	27 – 40	250 – 50	Понад 100 років
Скло, кераміка	6,3	10,72	250	250 – 150	Понад 100 років



Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
Камені, кераміка	1,5	2,5	770	150 – 50	–
Чорні й кольорові метали	2,18/0,25	2,7/2,16	220 – 280	250 – 50	До 100 і більше
Кістки	1,0	0,5	50	100 – 50	До 100 і більше
Інше сміття	12,66	11,4	770	4 – 6	–

У єдиній методиці, прийнятій Європейськими країнами, за необхідності додається компонент «садові відходи» [1, 2].

Співвідношення цих компонентів, їх кількісний і фракційний склад залежать від ступеня благоустрою житлового фонду, кліматичних і географічних особливостей, чисельності населення, соціального й економічного рівня життя, наявності або відсутності технології сортування й обробки відходів і їхнє місце в технологічному ланцюжку відходоповодження.

Морфологічний склад твердих побутових відходів у різних країнах відрізняється, що обумовлено соціально-економічною ситуацією. Оскільки в містах (країнах) з низьким рівнем доходів переважають харчові відходи (40 – 80 %), у порівнянні, наприклад, з макулатурою (1 – 20 %). У країнах з високим рівнем доходів харчові відходи на рівні 5 – 60 %, а макулатури утворюється 20 – 45 %. Відсоток останньої неухильно зростає, що пов'язане з посиленням використання паперу в якості пакувального матеріалу.

Сезонні зміни складу ТПВ характеризуються збільшенням змісту харчових відходів з 25 – 28 %, весною до 30 – 40 % восени, що пов'язане зі збільшенням споживання овочів і фруктів у раціоні населення.

Досвід показує, що із часом склад ТПВ трохи міняється. Збільшується зміст паперу, полімерних матеріалів. З 1995 року практично призупинився ріст норм накопичення відходів, що пов'язане з низьким рівнем життя населення. Кардинально змінився склад харчових відходів, що пов'язане зі зміною якості й асортиментів продуктів харчування. Значно збільшилась кількість кольорових металів, що пов'язане з появою алюмінієвих банок з-під пива та напоїв.

Склад ТПВ міст - мегаполісів (Київ, Харків, Одеса) трохи відрізняється більшим змістом пакувальних матеріалів (п/е пакети, ПЕТ тара, паперове пакування) і меншим змістом харчових відходів. Останнє може бути пов'язане із прогресуючим розвитком торговельної мережі напівфабрикатів, які, як правило, продаються у відповідному пакуванні та не мають відходів, що утворюються при попередній обробці продукту [5].

Склад ТПВ житлового фонду та підприємств торгівлі (ринки, супермаркети з торговельною мережею харчування) різко відрізняється, що важливо враховувати при утилізації відходів.

### Контрольні питання для самоперевірки

1. Принцип систематизації відходів по сукупності пріоритетних ознак згідно класифікаційного каталогу.
2. Дайте визначення поняттю «відходи виробництва».
3. Дайте визначення поняттю «відходи споживання».
4. Наведіть приклади найпоширеніших відходів споживання.
5. Класифікація відходів відповідно до небезпеки впливу на людину та навколишнє середовище.
6. Наведіть основні властивості ТПВ.
7. Проаналізуйте санітарно-бактеріологічні властивості ТПВ.
8. Наведіть типовий морфологічний склад ТПВ.

### Тема 2 Норми накопичення ТПВ. Джерела утворення відходів

#### *Законодавчі і нормативно-правові аспекти управління відходами*

Норми накопичення ТПВ – це кількість відходів, що утворюється на розрахункову одиницю (людина – для житлового фонду;  $1 \text{ м}^2$  торговельної площі для магазинів і складів) в одиницю часу (доба, місяць, рік). Норми накопичення визначають в одиницях маси (кг) або обсягу (л,  $\text{м}^3$ ) [1, 3].

Накопичення ТПВ у всіх регіонах України характеризується тим, що в найбільше густо заселених та промислово - розвинених регіонах з високим відсотком міського населення обсяги накопичення відходів значно вище ніж у с/г. В 1995 році був розроблений «Керівний технічний матеріал - Рекомендовані норми накопичення відходів», відповідно до якого загальні норми накопичення ТПВ у населених пунктах диференціюються залежно від кількості населення [5].

Норми накопичення в житлових будинках залежать від ступеня їхнього благоустрою. При наявності сміттєпроводу норма накопичення збільшується на 20 – 25% у зв'язку зі сприятливими умовами для швидкого видалення відходів у будь-який час доби.

Таблиця 2.1 – Розподілення населених пунктів за чисельністю населення

Групи населених пунктів	Міста	Населення, тис. чол	
		Міста	Селища
1	Найбільш значні	Понад 1 000	
2	Значні	500 – 1 000	Понад 5 Від 3 до 5
3	Великі	250 – 500	Від 1 до 3 Від 0,5 до 1
4	Середні	Від 100 до 250 Від 50 до 100	Від 0,2 до 0,5
5	Малі	Від 20 до 50 Від 10 до 20 До 10	Понад 0,05 До 0,2 До 0,05

У цей час на кожного мешканця планети доводиться в середньому близько 1 т сміття на рік [1-3].

Виходячи з даних норм накопичення розраховується необхідна кількість машин, механізмів і персоналу для проведення санітарного очищення конкретного населеного пункту. Однак останнім часом через збільшення кількості відходів, що утворюється, виникає невідповідність між затвердженими нормами й фактичним накопиченням ТПВ.

В таблиці 2.2 наведені норми накопичення ТПВ та їх щільність в залежності від ступеня благоустрою та чисельності населених пунктів.

Таблиця 2.2 – Норми накопичення ТПВ

Групи населених пунктів	Об'єкт	Норма накопичення ТПВ на одного мешканця				Щільність ТПВ, кг/м <sup>3</sup>
		Середньодобова		Середньорічна		
		кг	л	кг	м <sup>3</sup>	
1–2	Благоустроєні будинки(газ, центральне опалення, водопровід, каналізація)	0,64	3,07	235	1,12	210
3–5		0,67	3,00	245	1,09	225
1–5	Неблагоустроєні будинки (без водопроводу та каналізації)					
	-з газовим опаленням	0,88	3,52	321	1,28	250
	-з опаленням твердим паливом	1,07	3,56	390	1,30	300
1–5	Будинки приватного сектору з присадибною ділянкою в т. ч в сільській місцевості:					
	– з газовим опаленням;	1,27	3,53	452	1,29	350
	– з опаленням твердим паливом	1,59	3,86	580	1,41	410

У таблиці 2.3 наведено порівняльний аналіз річного обсягу утворення побутових відходів на одного мешканця в різних країнах.

Таблиця 2.3 – Річний обсяг утворення ТПВ на 1 мешканця в різних країнах [1, 5].

№ з/п	Країна	Обсяг ТПВ, кг	№ з/п	Країна	Обсяг ТПВ, кг
1	США	720	12	Італія	350
2	Фінляндія	620	13	Польща	340
3	Голландія	500	14	Австрія	330
4	Данія	480	15	Франція	330
5	Норвегія	470	16	Греція	300
6	Угорщина	460	17	Росія	270
7	Швейцарія	440	18	Португалія	260
8	Японія	410	19	Чехія	250
9	Швеція	370	20	Україна	250
10	Словаччина	360			
11	Німеччина	350			

Основні джерела утворення відходів наведені в таблиці 2.4. (згідно з додатком А до Правил визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів [6].

Таблиця 2.4 – Перелік джерел утворення та їх розрахункові одиниці.

Джерела утворення побутових відходів	Розрахункова одиниця
Багатоквартирні та одноквартирні будинки	1 мешканець
Готелі	1 місце
Гуртожитки	1 місце
Санаторій, пансіонат, будинок відпочинку	1 місце
Лікарні	1 ліжко
Поліклініки	1 відвідування
Аптеки	1 м <sup>2</sup> торгівельної площі
Адміністративні і громадські установи та організації	1 робоче місце
Вищий і середній спеціальний заклади освіти	1 студент
Школа, школа-інтернат, профтехучилище	1 учень
Дитячі дошкільні заклади	1 місце
Промтоварні магазини, ларьки, кіоски	1 м <sup>2</sup> торгівельної площі
Продовольчі магазини, ларьки, кіоски	1 м <sup>2</sup> торгівельної площі
Ринки	1 м <sup>2</sup> торгівельної площі
Заклади культури і мистецтва	1 місце
Культові споруди	1 м <sup>2</sup> площі території
Підприємства побутового обслуговування	1 робоче місце
Вокзал, аеропорт, автовокзал	1 м <sup>2</sup> пасажирської площі
Кемпінг, автостоянки	1 м <sup>2</sup> площі
Пляж (курортний сезон)	1 м <sup>2</sup> площі території
Ресторани, кафе, їдальні	1 місце
Склади	1 м <sup>2</sup> площі
Кладовище, колумбарій	1 м <sup>2</sup> площі території

#### *Токсичні відходи*

Токсичні відходи, що містять речовини, які у випадку потрапляння в навколишнє середовище представляють або можуть явити загрозу для людини в результаті біоакумулювання й (або) токсичного впливу на біотичні системи.

Токсичні відходи можна розбити на кілька груп, деякі з яких представлені нижче:

- миш'яковмісні неорганічні тверді відходи й шлами; ртутьвмісні відходи; ціановмісні стічні води й шлами; відходи, що містять свинець, цинк, кадмій, нікель, сурьму, вісмут, кобальт і їх сполуки;

- відходи, що містять металоорганічні токсичні сполуки олова, галогенорганічні та кремнійорганічні сполуки, фосфорорганічні сполуки; використані органічні розчинники; пестициди, що прийшли в непридатність і заборонені до застосування;

- фосфорвмісні та фторвмісні відходи та шлами; пестициди, що прийшли в непридатність і заборонені до застосування;

- відходи гальванічних виробництв;

- відходи нафтопереробки, нафтохімії; використані органічні розчинники;

- хромовмісні відходи; шлами й стічні води; відходи карбонілів заліза й нікелю.

До небезпечних відходів можна також віднести біологічні матеріали (БМ), у першу чергу, відходи медичних та ветеринарних установ.

Ретельна система поділу медичних відходів украй важлива для того щоб виділити інфекційні або хімічно небезпечні відходи із загальної кількості відходів.

БМ швидко стають джерелами накопичення трупної отрути, вірусів, бактерій і різко погіршують екологічну обстановку, викликаючи забруднення навколишнього середовища. У середньому на рік розраховуючи на 1 міського жителя накопичується близько 6 кг біологічних відходів. Велика медична установа накопичує в добу до 2 т медичних відходів (перев'язні матеріали, шприци). Оптимальним способом утилізації матеріалів подібного роду є спалювання.

Для утилізації трупів тварин широко розповсюджений спосіб поховання тварин, що впали від інфекційних захворювань. Цей метод вимагає відчуження земель, організацію заходів щодо охорони скотомогильників, забруднює ґрунт і ґрунтові води, викликає небезпеку виникнення вогнища інфекційних захворювань.

Іншим способом є спалювання, але це вимагає багато часу (для спалювання трупа корови масою 300 – 500 кг потрібно біля 20 – 30 годин), не забезпечує повною мірою екологічної безпеки й більше того близько 75% теплової енергії пального витрачається на випар вологи й прогрів матеріалу до температури горіння.

Основними методами утилізації токсичних відходів є:

Плазмохімічна технологія, яку використовують для переробки високотоксичних рідких і газоподібних відходів. При цьому відбувається не тільки знешкодження небезпечних відходів, але й виробництво цінних товарних продуктів. Процес здійснюється в плазмотроні за рахунок енергії електричної дуги за температури вище 4 000 °С. При такій температурі кисень і будь-які відходи розщеплюються до електронів, іонів і радикалів. Ступінь розкладання токсичних відходів досягає 99,999 8 %, а в окремих випадках

99,9999 5%.

Спалюванням називається контрольований процес окислювання твердих, рідких або газоподібних горючих відходів. При горінні утворюється діоксид вуглецю, вода й зола. Сірка та азот, що утримуються у відходах, утворюють при спалюванні різні оксиди, а хлор відновлюється до HCl. Крім згаданих газоподібних продуктів при спалюванні відходів утворюються й тверді частки - метали, скло, шлаки й ін., які вимагають подальшої утилізації або поховання. Цей спосіб характеризується високою санітарно-гігієнічною ефективністю. Галузь застосування вогневого способу та номенклатура відходів, що підлягають вогневому знешкодженню, постійно розширюються. До них відносяться відходи хлорорганічних виробництв, основного органічного синтезу, виробництва пластичних мас, гуми та синтетичних волокон, нафтопереробної промисловості, лісохімії, хіміко-фармацевтичної та мікробіологічної промисловості, машинобудування, радіотехнічної та приладобудівної промисловості, целюлозно-паперового виробництва та багатьох інших галузей промисловості.

#### *Законодавчі і нормативно-правові аспекти управління відходами*

З 1994 року в Україні приймається «Програма поводження з відходами» на поточний період. Ця програма сформувала базис для розробки Національної стратегії поводження із твердими промисловими відходами в Україні в довгостроковій перспективі. Основною метою цих програм відповідно до прикладу поводження з відходами в країнах Європи є:

- зменшення утворення відходів, їх переробка та утилізація (використання багаторазового посуду, мінімальна кількість пакування; повторне використання значної кількості ТПВ, які є кошовною сировиною-пластик, папір, скло; утилізація шляхом спалювання або поховання на полігонах, того що не можна переробити);
- впровадження технології роздільного збору сміття;
- відновлення парку смітєвозів, закупівля вдосконалених моделей і відновлення контейнерного постачання;
- контроль за вже існуючими смітниками та переведення їх (з огляду на потужність і існуючу транспортну систему) у полігони зі зменшенням обсягів поховання на них відходів;
- проведення екологічних санітарно-гігієнічних заходів;
- освітньо-виховні та інформаційні заходи.
- впровадження новітніх високоефективних екологічно-безпечних і ресурсозберігаючих технологій,

Аналізуючи Постанову Верховної Ради України - «Основні напрямки державної політики України в сфері охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки» [7], можна відзначити, що щорічно в містах і селищах України накопичується близько 40 млн. м<sup>3</sup> сміття, що перебуває на 771 міських смітниках і полігонах. Майже 80% з них експлуатується без дотримання заходів по запобіганню

забруднення підземних і поверхневих вод, повітряного басейну.

Національна стратегія і політика керування відходами визначені законом України «Про відходи» від 05.03.98 [4]. У законі сформульовані її основні принципи. Це пріоритетний захист навколишнього природного середовища й здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів, узгодження екологічних, економічних і соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення стійкого розвитку країни.

Закон України «Про відходи» [4] визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини на території України.

Також до числа основних нормативно-правових актів у сфері обігу з відходами можна віднести такі:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», 1991 року, зі змінами та доповненнями.

- Закон України № 4004-XII «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» від 24.02.94.

- Постанова КМУ № 915 «Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів, як вторинної сировини» від 26.07.01 (Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 1069 від 25.07.02, № 1084 26.07.02, № 1844 овід 26.11.03).

З огляду на спрямованість України в ЄС, необхідно розглядати питання відповідності законодавства України до європейського. У цьому випадку необхідно звернути особливу увагу на вимогу європейського законодавства та можливого наближення до цих вимог українського законодавства.

Для контролю за трансграничним перевезенням небезпечних відходів і їхнім видаленням була прийнята Базельська конвенція (1989 р.), яка набула чинності в 1992 році. На сьогоднішній день до неї приєдналося 136 Сторін. Основною метою Конвенції є охорона здоров'я людини й навколишнього середовища від несприятливих наслідків, пов'язаних зі зростанням виробництва, трансграничним перевезенням і видаленням небезпечних відходів. Основна увага в Конвенції приділяється регулюванню міжнародної торгівлі небезпечними відходами, перерахованими в додатках до неї. Міжнародна торгівля допускається тільки між Сторонами та ґрунтується на процедурі одержання попереднього обґрунтованої згоди. Сторона має право вводити заборону на ввіз всіх небезпечних відходів на свою територію. У виправленні до Конвенції, що не вступила ще в силу, накладена заборона на будь-який експорт небезпечних відходів з метою їхньої остаточної ліквідації з розвинених у країн, що розвиваються [1, 3].

В різних країнах діють далеко не однакові правила поведінки з токсичними відходами, відкриваючи «зелену вулицю» всіляким зловживанням. Користуючись лазівками в законах, виробники збувають шкідливі відходи за

кордон через ланцюжки підставних компаній, а в діючих нормах і порядку ліцензування панує така плутанина, що підробка або «втрата» відомостей про характер відходів або ступеня їх токсичності не складає особливих труднощів.

Багато держав не мають ні фахівців, ні засобів, щоб перевіряти всі відходи, що ввозяться в країну, і, намагаючись прослідити шляхи проходження того або іншого вантажу, урядовці часто тонуть в паперовому морі, упускаючи дорогоцінний час.

Деякі виробники продають отруйні відходи переробникам тих країн, де природоохоронні закони не такі суворі. Багаті високорозвинені країни з успіхом вивозять свої відходи туди, де заради грошей охоче закривають очі на ризик. Частіше за все ця міжнародна торгівля носить абсолютно законний характер, і відходи піддаються належній переробці, проте нелегальні операції теж не рідкість.

*Міжнародні угоди.* В 1992 році, під тиском громадської думки була прийнята Конвенція ООН про зміну клімату, що стала першим міжнародним документом, присвяченим їх переробці і захороненню. Правда, вона розповсюджувалася лише на гази, що викликають «парниковий ефект», але по її слідах був прийнятий цілий ряд аналогічних міжнародних і регіональних угод по інших відходах. В 1997 р. в японському місті Кіото під егідою ООН відбулася міжнародна конференція, присвячена узгодженню подальших природоохоронних заходів. Укладений по її підсумках «Договір Кіото» ще більш посилив стандарти контролю над газоподібними викидами.

Громадська думка і міжнародні угоди поступово змінюють положення до кращого. Під їх тиском багаті індустріальні країни вимушені самі займатися переробкою своїх відходів. Пошук альтернативних безвідходних технологій виробництва або методів нейтралізації отруйних обходів вимагає великих наукових досліджень.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттю «норми накопичення ТПВ».
2. Згідно якого документу загальні норми накопичення ТПВ диференціюються за кількістю населення.
3. Проаналізуйте залежність норми накопичення ТПВ від ступеню благоустрою будинків, наведіть приклади.
4. Проведіть порівняльний аналіз річного обсягу утворення ТПВ в різних країнах, зробіть висновки.
5. Перелічіть джерела утворення ТПВ.
6. Дайте визначення токсичним відходам.
7. Наведіть класифікацію токсичних відходів.
8. Перелічіть шляхи утилізації біологічних матеріалів.
9. Наведіть основні методи утилізації токсичних відходів, назвіть їх переваги і недоліки;
10. На підставі якого документу відбувається поводження з відходами.
11. Наведіть основні цілі документів по поводженню з відходами.
12. Наведіть пріоритетні напрямки Закону України «Про відходи».



13. Згідно якого документу відбувається контроль за трансграничним перевезенням відходів.
14. Проаналізуйте принцип дії «Кіотського протоколу».

### **Тема 3 Збір, транспортування та захоронення твердих побутових відходів. Поняття, склад і структура вторинних ресурсів**

Організація збору та видалення побутових відходів здійснюється відповідно до Закону України «Про відходи».

У багатьох містах України функціонує унітарна система збору ТПВ (збір всіх видів відходів в одну загальну ємність і транспортування до місць знешкодження). У ситуації, що склалася, такий підхід до збору та видалення цих відходів з міської зони є найменш витратним.

Система збору прийнята вивізна. Метод збору та видалення при цій системі планово-подвірний. При цьому методі мешканці вивантажують відходи з індивідуальних квартирних збірників у контейнери на житловій території для тимчасового зберігання до транспортування їх на місця знешкодження. Технологічна схема та устаткування, що застосовується при планово-подвірному методі, визначається кількістю населення, що обслуговується, щільністю та поверховістю забудови, наявністю в будинках сміттєпроводів.

Використовуються наступні технологічні схеми збору та видалення ТПВ [1, 2]:

- збір відходів у квартирні збірники, їхнє тимчасове зберігання в незмінюваних переносних збірниках малої місткості, ручне або механізоване перевантаження в сміттєвоз із ущільнюючим пристроєм;
- видалення відходів по сміттєпроводах або винос квартирних збірників, перевантаження відходів у незмінювані контейнери, механізоване спорожнювання контейнерів у сміттєвоз, ущільнення відходів та їхнє транспортування;
- перевантаження відходів із квартирних збірників у зйомні кузови-контейнери (обсягом 10 – 17 м<sup>3</sup>), тимчасове зберігання цих відходів у кузовах-контейнерах без ущільнення, навантаження на платформи контейнерних машин, транспортування кузовів-контейнерів.

При існуючій системі збору всі зібрані спеціалізованими підприємствами відходи (як від житлового сектора, так і від підприємств і організацій) транспортуються на полігони ТПВ.

Діяльність спеціалізованих підприємств по збору та вивозу ТПВ фінансуються в основному за рахунок оплати договорів, які дані суб'єкти господарювання складають із спеціалізованими структурами, суспільствами співвласників (для мешканців багатоквартирних житлових будинків) і власниками приватних домобудівництв, а також з підприємствами, установами та організаціями.

Існуюча система збору відходів не відповідає сучасним вимогам, залишається низьким рівень механізації об'єктів комунального господарства

внаслідок значного фізичного та морального зношування основних фондів, недостатності спеціалізованих транспортних засобів, машин і механізмів для санітарного очищення та прибирання територій і т.п. Погіршує ситуацію відсутність коштів, необхідних на розвиток цієї сфери, відсутність санкціонованих місць складування, системи збору та сортування ТПВ та інші фактори.

Збір відходів часто є найбільш дорогим компонентом усього процесу утилізації. Тому правильна організація збору відходів може заощадити значні кошти.

У густонаселених територіях нерідко доводиться транспортувати відходи на більші відстані. Рішенням у цьому випадку може з'явитися станція тимчасового зберігання відходів, від якої сміття може вивозитися більшими по вантажопідйомності машинами або по залізниці. Треба при цьому відзначити, що станції проміжного зберігання являють собою об'єкти підвищеної екологічної небезпеки.

Планово-регулярна організація збору і видалення ТПВ передбачає вивіз відходів з домоволодіння із встановленою періодичністю. Періодичність видалення ТПВ встановлюється санітарними службами виходячи з місцевих умов відповідно до діючих правил утримання території населених місць.

Тип і ємкість вживаних сміттєзбірників залежить від кількості відходів, типу і поверховості забудови, способу вантаження і вивантаження ТПВ, що нагромаджуються. В малоповерховій забудові все ТПВ збирають в сміттєзбірники. Потім вручну або механізовано завантажують в кузов сміттєвозу. Для багатоповерхових або групи малоповерхових будинків встановлюють стандартний контейнер на коліщатках, відходи з якого механізованим способом вивантажують в сміттєвоз. В місцях великого скупчення ТПВ встановлюють знімні контейнери-кузови.

В малоповерховій забудові для валового збору ТПВ використовуються бачки ємкістю 70 дм<sup>3</sup>, 110 – 120 дм<sup>3</sup> і 210 – 220 дм<sup>3</sup>. В індивідуальній забудові застосовуються бачки меншої ємкості, наприклад, по 35 дм<sup>3</sup>. До приходу сміттєвозу бачки виставляються населенням до проїжджої частини [2, 3].

У ряді країн використовують збірники одноразового користування – паперові, картонні або пластмасові, що виключає операцію перевантаження і мінімізує контакт обслуговуючого персоналу з відходами. Ємкість одноразових збірників коливається в межах 70 – 200 дм<sup>3</sup>. Такі збірники встановлюються на спеціальні контейнери певних розмірів, відповідних завантажувальному пристрою сміттєвозів.

В будівлях підвищеної поверховості влаштовуються сміттєпроводи різної конструкції. Звичайно вони складаються з вертикального стовбура, відведень з приймальними пристроями, камер для збору ТПВ і вентиляційного каналу. Стовбур сміттєпроводу є трубою діаметром 400 – 600 мм, що виготовлена з азбоцементу, бетону або сталі з гладкою внутрішньою поверхнею. Сталеві труби повинні мати вібропоглинаюче покриття на внутрішній поверхні. Завантажувальні клапани повинні запобігати надходженню газів із сміттєпроводу при закритому положенні, а також забезпечувати захист від

шуму. Вхід в сміттезбірну камеру, що розташовується, як правило, в підвалі або на першому поверсі будівлі, ізолюється від входу в житло. Клапани виготовляють з листової сталі, що покрита антикорозійною фарбою. Камера обладнується водопроводом і каналізацією. Ревізійні отвори для чищення, дезинфекції і дезодорування стовбура сміттепроводів звичайно влаштовують у верхній його частині.

*Сміттевозний транспорт.* Для збору і транспортування ТПВ застосовуються сміттевози ємкістю від 6 до 60 м<sup>3</sup>. Для ущільнення відходів, що транспортуються, – ущільнюючі пристрої поворотно-поступальної дії з системою плит, у вигляді барабана, що обертається, і шнекові. Ущільненням досягається зниження обсягу ТПВ в 1,5-2 рази. В важкодоступних місцях застосовуються невеликі сміттевози ємкістю від 1 до 6 м<sup>3</sup>, вони влаштовуються:

- на самохідних шасі або моторолерах з кузовом самозвалища від критого або закритого типу;
- з осередками для малих сміттезбірників (контейнерні сміттевози);
- у вигляді контейнерів на коліщатах, буксированих тягачами.

Випускаються також малі електросміттевози, які можуть працювати без заряджання протягом зміни. З малих сміттевозів відходи перевантажуються у великовантажний транспорт для вивозу до місць знешкодження.

Із зростанням міст місця знешкодження ТПВ все більш віддаляються та збільшується вартість транспортування відходів.

Для перевезення на дальні відстані застосовують в основному автомобільний транспорт, рідше – залізничний і водний (наприклад, в Нью-Йорку).

Вторинні ресурси - відходи, що виникають у процесі виробничого та особистого споживання матеріалів і виробів, які можуть бути утилізовані та використані при виробництві нової продукції. Для цього необхідно поліпшувати організацію заготовки відходів виробництва та супутніх товарів, розвивати потужності збору, утилізації і переробки вторинних ресурсів, у т. ч. побутового сміття, склопосуду, синтетичних пакувальних матеріалів тощо. Це сприяє також забезпеченню екологічно чистого навколишнього середовища.

Використання вторинних ресурсів здійснюється практично у всіх галузях промисловості. Однак масштаби та рівень використання характеризуються значною нерівномірністю, що залежить від ресурсної цінності відходів, від екологічної ситуації, що виникає у зв'язку з обігом з ними як із забруднювачами навколишнього середовища, і, найголовніше, від складних економічних умов, що визначають рентабельність кожного конкретного виду виробництва, що використовують відходи.

Досить багато компонентів ТПВ можуть бути перероблені в корисні продукти. Скло зазвичай переробляють шляхом подрібнювання та переплавлення (бажано, щоб вихідне скло було одного кольору). Скляний бій низької якості після подрібнювання використовується як наповнювач для будівельних матеріалів (наприклад, т.зв. «глассфальт»).

Сталеві та алюмінієві банки переплавляються з метою одержання відповідного металу. При цьому виплавка алюмінію з баночок для прохолодних

напоїв вимагає тільки 5% від енергії, необхідної для виготовлення тієї ж кількості алюмінію з руди, і є одним з найбільш вигідних видів «ресайклінга».

Паперові відходи різного типу вже багато десятиків років застосовують поряд зі звичайною целюлозою для виготовлення пульпи - сировини для паперу. Зі змішаних або низькоякісних паперових відходів можна виготовляти туалетний або обгортковий папір і картон. Паперові відходи можуть також використовуватися в будівництві для виробництва теплоізоляційних матеріалів і в сільському господарстві - замість соломи на фермах.

Переробка пластику в цілому - більш дорогий та складний процес. З деяких видів пластику (наприклад, PET - двох- і трилітрові прозорі пляшки для прохолодних напоїв) можна одержувати високоякісний пластик тих же властивостей, інші (наприклад, ПВХ) після переробки можуть бути використані тільки як будівельні матеріали. На діаграмі (рис. 3.1) наведена типова вартість переробки вторинної сировини.

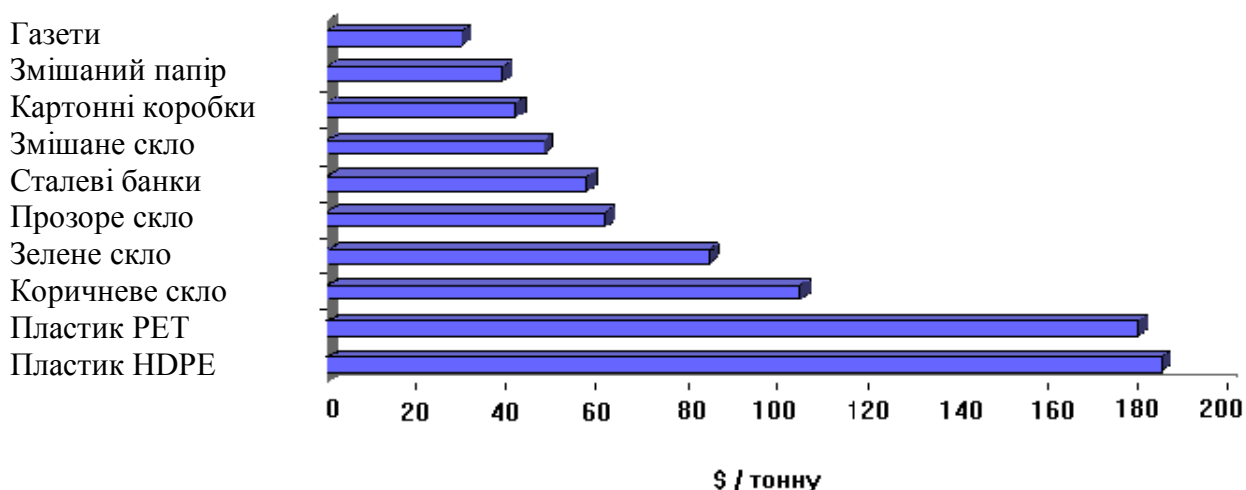


Рисунок 3.1– Типова вартість переробки вторинної сировини

Складні багатокомпонентні відходи, а також забруднені відходи, практично не переробляються (змішані та забруднені нафтопродукти, зношені шини, відходи пакування з ламінованого паперу, шлами очисних споруд).

Найбільш високими показниками використання відходів як вторинної сировини в промислових масштабах характеризується чорна та кольорова металургія, целюлозно-паперова промисловість, промисловість будівельних матеріалів. (табл. 3.1). Повністю або майже повністю із вторинної сировини виготовляються окремі види паперу та картону, вироби широкого господарського вжитку з поліетилену.

Таблиця 3.1 – Оцінка частки вторинної сировини у виробництві найважливіших видів промислової продукції

Вид продукції	Вторинна сировина	Частка вторинної сировини у виробництві продукції, %
Картонно-паперова продукція	Макулатура	18,0
Сталь	Лом чорних металів	27,0
Продукція з термопластичних полімерів	Дробленка, агломерат, гранулят з відходів термопласта	4,2
Гумовотехнічні вироби	Крихта гумова, регенерат	3–4
Нерудні будівельні матеріали (щебень, гравій, пісок)	Відходи видобутку й збагачення, шлаки металургійні, золи і шлаки ТЕС	3–4

Середній рівень використання вторинної сировини в Україні можна оцінити приблизно в 1/3, що в 2 – 2,5 рази нижче, ніж у більше розвинених країнах. При цьому рівень переробки ТПВ як вторинної сировини в середньому не перевищує 4 – 5%. У результаті мають місце значні втрати матеріально-сировинних і паливно-енергетичних ресурсів, одночасно триває інтенсивне накопичення невикористовуваних відходів у навколишньому середовищі.

Основними факторами недостатнього в середньому рівня господарського використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів (ВМР) є:

- відсутність у сформованих економічних умовах необхідних стимулів для організації збору й переробки більшої маси ВМР (у загальній масі для 2/3 від щорічно, що утворюються ресурсів);
- відсутність нормативно-правової бази обігу з відходами як із ВМР;
- недосконалість інструментів державного регулювання підприємницької й природоохоронної діяльності стосовно до сфери використання відходів у господарських цілях;
- недосконалість організаційного забезпечення збору відходів для використання в якості ВМР;
- обмеженість інформаційного забезпечення органів державного керування та суб'єктів ринку вторинної сировини по показниках утворення та використання ВМР, а також за технологіями їхньої переробки та використання.

Відсутність достатніх стимулів для організації збору та переробки ВМР визначається, головним чином, високим рівнем витрат на збір і підготовку багатьох видів відходів до використання в якості вторинної сировини, що не забезпечує прийнятної для підприємців рентабельності переробки.

Відсутність стимулів для організації збору та переробки ряду видів ВМР пов'язано також з низькою конкурентоспроможністю продукції з використанням відходів, оскільки зниження її ціни в порівнянні із продукцією, виготовленою тільки із природної сировини, не завжди адекватно зниженню якості такої продукції. Особливо це стосується різноманітних асортиментів продукції з відходів термопластів і гуми, регенованим моторним маслом, туалетному паперу з макулатури і т.п. Попит на таку продукцію часто залишається досить низьким навіть при істотному зниженні ціни на неї до 50% і більше.

У зв'язку з викладеним підйом рівня використання відходів як ВМР може стимулюватися створенням більше сприятливих нормативно-правових і економічних умов для їхнього збору та переробки, що вимагає значного посилення державного регулювання в цій галузі. У зв'язку із цим є доцільним:

- виділення на законодавчому рівні господарського використання відходів в якості ВМР як об'єкту державного регулювання та уповноваження міністерства або відомства здійснення державної політики в цій галузі
- введення на законодавчому рівні спеціальної системи загальної відповідальності за організацію збору та переробки відходів.

#### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення вторинним ресурсам;
2. Перелічіть відходи, які найбільш придатні для використання в якості вторинної сировини;
3. Проаналізуйте типову вартість переробки відходів, зробіть висновки.
4. Перелічіть відходи, які практично не перероблюються;
5. Наведіть основні фактори недостатнього використання відходів в якості вторинних ресурсів.
6. Визначте основні принципи збільшення рівня використання відходів як вторинної сировини.

#### **Тема 4 Методи поводження з ТПВ, їх переробка та знешкодження , сортування відходів**

З урахуванням санітарних вимог захисту населення в світовій практиці розроблені та використовуються наступні схеми знезаражування, переробки, утилізації та захоронення ТПВ [1-3]:

- знезаражування ТПВ шляхом його захоронення на полігонах (анаеробний процес);
- знезаражування ТПВ шляхом компостування (аеробний процес);
- термічне знезаражування шляхом спалювання ;
- термічне знезараження шляхом прокалювання без доступу кисню (піроліз);

- знезаражування ТПВ шляхом механічного подрібнення і наступного капсулювання;
- знезаражування ТПВ з використанням вермикультур;
- знезаражування ТПВ шляхом глибокого пресування;

Детально розглянемо найпопулярніші способи знешкодження.

#### *Захоронення*

Одним з найпоширеніших способів утилізації та знешкодження ТПВ є полігонне захоронення. Це найдешевший, але і найтриваліший спосіб, період мінералізації сягає більше 100 років.

Смітник чи полігон це складна система, докладне дослідження якої почалося порівняно недавно. Справа в тому, що більшість матеріалів, які депонують на полігонах, з'явилися, як і сучасні полігони, не більше 20 – 30 років тому. Ніхто не знає, за який час вони повністю розкладуться. Коли вчені приступили до розкопки старих полігонів, вони виявили дивну річ: за 15 років 80 % органічного матеріалу, що потрапив на полігон (овочі, хот-доги) не розклалося. Іноді вдавалося прочитати відкопану на смітнику газету 30-літньої давнини. Сучасні полігони обладнані всіма типами систем, щоб не допустити контакту відходів з навколишнім середовищем, саме внаслідок цього, розкладання відходів ускладнене і вони представляють із себе своєрідну «бомбу вповільненої дії».

При недостатній кількості кисню органічні відходи на смітнику піддаються анаеробному зброджуванню, що приводить до формування суміші метану і т.зв. «смітничого газу». У надрах смітника також формується досить токсична рідина (фільтрат), потрапляння якої у водойми або в підземні води вкрай небажано.

Безпечна експлуатація полігона включає наступні заходи:

- процедури виключення небезпечних відходів і ведення запису по всіх прийнятих відходах і точним координатам їхнього поховання;
- забезпечення щоденного покриття відходів, що звалюються, ґрунтом або спеціальною піною для запобігання розносу відходів;
- боротьбу з переносниками хвороб (пацюками й т.д.), зазвичай забезпечується використанням отрутохімікатів;
- відкачку вибухонебезпечних газів з надр смітника (потім метан може бути використаний для виробництва електрики - по всій Великобританії подібні установки виробляють 80 МВт), для цього в полігон повинні бути збудовані спеціальні вертикальні перфоровані труби;
- на полігон повинен здійснюватися тільки контрольований доступ людей і тварин - периметр повинен бути огорожений та охоронятися;
- гідротехнічні споруди повинні мінімізувати потрапляння дощових стоків і поверхневих вод на полігон, а всі поверхневі стоки з полігона повинні направлятися на очищення; рідина, що виділяється з відходів не повинна потрапляти в підземні води - для цього створюються спеціальні системи гідроізоляції;

- фільтрат повинен збиратися системою дренажних труб і очищатися перед потраплянням у каналізацію або природні водойми;
- регулярний моніторинг повітря, ґрунтових і поверхневих вод на околицях полігона.

Особлива увага приділяється виводу полігона з експлуатації та наступній рекультивації. Як правило, вихідний проект полігона вже включає план заходів щодо рекультивації, тривалому моніторингу закритого полігона й т.п. У США закони багатьох штатів вимагають від компанії, що управляє полігоном, створення спеціального фонду рекультивації. Такий фонд формується протягом усього часу роботи полігона за рахунок відрахувань від одержуваного доходу й повинен забезпечити необхідні засоби незалежно від зміни власника полігона, банкрутства компанії й т.п.

*Польове компостування* є найпростішим способом знешкодження і переробки ТПВ. Якщо на полігонах знешкодження протікає протягом 50-100 років, то при польовому компостуванні цей процес відбувається за 6-18 місяців залежно від кліматичних умов.

*Компостування* – складний біологічний процес, що супроводжується інтенсивним виділенням тепла. Легкогніючі органічні речовини розкладаються з утворенням рухливих форм гумінових кислот, добре засвоюваних рослинами. В результаті компостування синтезується гумус, який є основним компонентом ґрунту. В основі отримання компосту лежить процес амоніфікації під впливом бактерій аеробів. У свою чергу амоніфікація є процесом розкладання органічних сполук ТПВ з виділенням аміаку. Тому при компостуванні ТПВ втрачають до 20% (по вазі) органічних речовин.

Розкладання органічної речовини ТПВ, що ініціюється мікрофлорою аероба, вимагає постійного притоку кисню і відведення газоподібних продуктів окислення, у тому числі вуглекислого газу. Накопичення вуглекислого газу, знижуючи окислювальний потенціал, може гальмувати процес. Тому в ТПВ повинне підтримуватися певне співвідношення вуглецю і азоту ( $C : N = 25:30$ ).

В процесі компостування можна виділити дві основні фази:

I – отримання біопалива; при цьому зниження вмісту органічної речовини складає 5-8 % ваги;

II – отримання компосту, при якому зниження ваги органічної речовини складає 20 % ваги.

Компостування ТПВ проводиться на майданчиках, розташованих поряд з полігонами.

Найпростіша технологія компостування полягає в складуванні штабелями – розташуванні паралельними рядами з проїздом між ними 3 м. Ширина основи і висота варіюються залежно від кліматичних умов. Для запобігання виплоду мух, усунення запахів і зменшення теплообміну між штабелями і повітряним середовищем їх покривають шаром землі або торфу заввишки 15 – 20 см.

В штабелях весінньо-літньої закладки в результаті протікання компостування аероба протягом перших 15 – 20 днів відбувається саморозігрівання штабелю до 60 – 70°C; потім протягом 2 – 4 місяців температура тримається на рівні 40 – 45°C, а надалі знижується до 30 – 35°C.



Через 10 місяців «горіння» температура встановлюється на рівні 14 – 18 °С і тримається до наступної весни. Тривалість компостування ТПВ в штабелях, що рекомендується від 12 до 18 місяців. При регулярному перелопачуванні і зволоженні штабелів термін може бути істотно зменшений.

В процесі компостування інтенсивно знижується вологість відходів. Для забезпечення активізації процесу разом з перелопачуванням і примусовою аерацією матеріал слід зволожувати.

Отриманий компост очищається від баластних фракцій – скла, каміння, металу з використанням установки для механізованого сортування. Установка для механізованого сортування містить магнітний сепаратор, віброгуркіт і транспортери.

Іншим варіантом технології польового компостування є попереднє дроблення ТПВ перед укладанням в штабелі, здійснюване за допомогою дробарок. В цьому випадку вихід компосту збільшується, а кількість відходів знижується.

Досконаліша технологія польового компостування здійснюється на спеціальних секційних майданчиках з водонепроникною основою (бетонні плити), обладнаних грейферним краном, що здійснює створення і перелопачування штабелів. На майданчиках є дробильно-сортувальне відділення, обладнане приймальним бункером з пластинчатим живильником, магнітним сепаратором для відбору металолому, системою стрічкових транспортерів, циліндровим гуркотом, дробаркою для компосту. Для аерації ТПВ в штабелях прокладають перфоровані повітряводи, сполучені з вентилятором. Майданчики містять також систему поливу і пожежогасіння. Для ліквідації великого відсіву баластних фракцій майданчики можуть містити сміттєспалювальні або піролізні установки невеликої продуктивності; при їх відсутності баласт вивозиться на полігон. Для невеликих міст (до 200 тис. жителів) такі майданчики компостування є реальною альтернативою полігонам ТПВ.

Компостування в максимальному ступені відповідає природному кругообігу речовин, забезпечуючи знешкодження і утилізацію ТПВ. Біологічне обеззараження ТПВ при компостуванні здійснюється таким чином. За наявності вологи і кисню в середовищі ТПВ розвиваються бактерії аеробів. Спочатку розвивається група мезофільних бактерій аеробів, які розщеплюють деякі органічні сполуки. При цьому виділяється енергія, яка розігріває ТПВ до 20 – 35 °С. Після первинного розігрівання в середовищі ТПВ починає активно розвиватися група термофільних бактерій аеробів, які здатні розщеплювати більш стійкі органічні сполуки. Енергія, що виділяється при цьому, розігріває ТПВ до 60 °С і більше. Така температура згубна для патогенних мікроорганізмів. Так, збудники туберкульозу гинуть при температурі 55 – 60 °С за 5 – 60 хвилин, тифу – при цій же температурі за 5–30 хвилин, дизентерії – за 60 хвилин, холери – за 60–80 хвилин.

В результаті забезпечується знешкодження біопалива і компосту. Потім відбувається повільне падіння температури при скороченні кількості термофілів, які переходять в спороподібний стан; знов розвиваються мезофільні

мікроорганізми. Падіння температури вказує на те, що рухомі сполуки органічної маси в основному засвоєні. В цій фазі працюють амоніфікуючі мікроорганізми. На завершальному етапі процесу компостування розвиваються целюлозорозкладаючі мікроорганізми.

Для успішного перебігу процесу компостування необхідне дотримання наступних умов: вологість ТПВ повинна бути не менше 50-60% ваги; вміст харчових відходів – не менше 25-30 % ваги; відношення C : N в ТПВ порядку 25 : 30.

За кордоном є немалий досвід по переробці ТПВ у компости. Доведено позитивний вплив багаторічного внесення компостів із ТПВ: на властивості ґрунту; на накопичення органічних речовин і водостійких структурних агрегатів; на поліпшення інших агрохімічних і біологічних властивостей. Застосовуються компости в якості добрива з метою покращення мінерального живлення рослин для прискорення росту сільськогосподарських культур та декоративних деревних порід.

Недоліками компостування органічної складової ТПВ є значний проміжок часу, який потрібний для отримання компосту з відходів (від кількох місяців до року), трудоемкість і багатоопераційність процесу, наявність виробничих площ для розміщення компостних штабелів та забруднення середовища.

В населених пунктах України на промисловому рівні не впроваджене компостування органічних побутових відходів. Компостуванням займаються самостійно жителі на території приватних будинків.

#### *Сміттєспалювання*

Сміттєспалювання – це найбільш складний і «високотехнологічний» варіант поводження з відходами. Спалювання вимагає попередньої обробки ТПВ (з одержанням т. зв. *палива, витягнутого з відходів*). При сортуванні ТПВ намагаються видалити великі об'єкти, метали (як магнітні так і немагнітні) і додатково їх подрібнити. Для того, щоб зменшити шкідливі викиди з відходів, також витягають батареї, акумулятори, пластик. Спалювання нерозділеного потоку відходів вважається надзвичайно небезпечним. Таким чином, сміттєспалювання може бути тільки одним з компонентів комплексної програми утилізації.

Спалювання дозволяє приблизно в 3 рази зменшити вагу відходів, усунути деякі неприємні властивості: запах, виділення токсичних рідин, бактерій, привабливість для птахів і гризунів, а також одержати додаткову енергію, яку можна використовувати для одержання електрики або для опалення. Тверді побутові відходи транспортуються на сміттєспалювальний завод самоскидами та відвантажуються в бункер накопичувач з спеціальної естакади. Для забезпечення якісного спалювання відходів, вантажопідйомні механізми бункера ТПВ постійно перемішують відходи з метою усереднення морфологічного складу. Ця операція дозволяє стабілізувати температуру спалювання відходів в межах 700 – 900 °С. З бункера відходи подаються в приймальне відділення котлоагрегату. Температура в шарі відходів складає 350 – 450 °С. Охолоджені відходи викидаються в шлаковидальч мокрого типу і далі

в бункер шлакового відділення. Регулювання якості горіння відходів відбувається шляхом зміни часу їх перебування в зоні горіння, висотою шару відходів.

В Україні з 1984 року було побудовано 4 сміттєспалювальні заводи: а Харкові, Дніпропетровську, Севастополі, Києві. Основним технологічним обладнанням заводів є котли «Дукла» виробництва Чехії.

На даний момент сміттєспалювальний завод в м. Києві потужністю 175 тис. т/рік не працює, зважаючи на екологічний фактор. Дніпропетровський сміттєспалювальний завод введений в експлуатацію в 1992 році. Проектна продуктивність заводу 355 тис. т/рік. На даний момент завод працює. Харківський сміттєспалювальний завод має потужність 260 тис т/рік. З моменту пуску в експлуатацію (1984 р.) не забезпечував проектної продуктивності. В березні 2001 року Державне управління екології та природних ресурсів Харківської області, внаслідок систематичних порушень виробничого регламенту, зупинило роботу сміттєспалювального заводу. Кримський завод введений в експлуатацію в 1984 році. Проектна потужність заводу 281 тис. т/рік. В 1998 році завод був закритий зважаючи на екологічний фактор.

Впливи ССЗ в основному пов'язані із забрудненням повітря, у першу чергу – дрібнодисперсним пилом, оксидами сірки і азоту, фуранами та діоксинами. Серйозні проблеми виникають також з похованням золи від сміттєспалювання, що по вазі становить до 30 % від вихідної ваги відходів і яка в силу своїх фізичних і хімічних властивостей не може бути похована на звичайних смітниках. Для безпечного поховання золи застосовуються спеціальні сховища з контролем і очищенням стоків.

### *Сортування відходів*

Роздільна, або селективна, система збору окремих складових ТПВ забезпечує отримання чистих вторинних ресурсів від населення і зменшення кількості відходів, що вивозяться. Ця система вимагає від населення свідомого підходу до видалення ТПВ, збільшення числа обслуговуючого персоналу, тари, спецтранспорту для вивозу кожного виду вторсировини. Ці додаткові витрати цілком окупаються за рахунок утилізації вторинних ресурсів. В Україні селективний збір ТПВ поки не отримав практичного розвитку.

В США відбір населенням фракцій утиля ТПВ (макулатура, текстиль, пластмаси, пляшки і ін.) виконується за спеціальними програмами. Практика роздільного збору ТПВ розвивається і у ряді європейських країн. Звичайно в основу таких технологій встановлений принцип збору населенням ТПВ в окремі ємкості (контейнери або мішки) для різних видів відходів. Вказані ємкості розташовують як в домашніх умовах, так і в під'їздах або біля будинків. Існують різні модифікації такої технології. Наприклад, в Німеччині накопичений досвід збору ТПВ в два види ящиків – зелені (макулатура, метал, скло, полімери, тканини) і сірі (решта відходів) з вивозом їх на переробку. Останніми роками в Німеччині роздільний збір ТПВ проводиться по п'яти і більш видам [2, 5].

В Японії, Франції, Австрії і інших країнах є позитивний досвід в організації роздільного збору ТПВ. Німецькою фірмою «RPP GmbH» для Криму була запропонована ефективна форма організації збору, переробки і утилізації відходів. Виходячи з її технології, проводиться роздільний (селективний) збір твердих побутових відходів на рівні його виробника – населення. З цією метою в місцях збору встановлюються контейнери різної форми, кольору і розмірів залежно від кількості збираних фракцій (папір, скло, пластик). Відходи, що залишилися після сортування, піддаються механічно-біологічній обробці, в результаті утворюються три кінцеві продукти, які придатні для переробки: паливо для енергетичного використання, маса для покриття полігону і металобрухт [1, 3].

#### *Стратегія скорочення обсягів утворення відходів*

У західних країнах кампанія за скорочення відходів ведеться давно й спрямована проти зайвого пакування, що складає близько 50% обсягу ТПВ. Другий аспект – це видалення особливо небезпечних відходів із загального потоку відходів, з організацією постійно діючих пунктів по зборі або утилізації.

Для скорочення відходів рекомендується:

- Здобувати товари в більш легкому впакуванні або продавати великі обсяги;
- В упакуванні, яке можна вдруге використовувати або переробити;
- В упакуванні, виготовленій із удруге перероблених або екологічно нешкідливих матеріалів;
- Варто застосовувати новий принцип поводження з відходами «Zero waste», що припускає відповідальність виробників, екологічно оптимальне проектування, зменшення кількості відходів, повторне використання й переробку.

#### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Наведіть основні схеми переробки та утилізації ТПВ;
2. Охарактеризуйте та проаналізуйте метод захоронення відходів, наведіть його переваги та недоліки;
3. Назвіть основні принципи безпечної експлуатації полігонів;
4. Охарактеризуйте та проаналізуйте метод польового компостування, наведіть його переваги та недоліки;
5. Назвіть основні умови та фази компостування;
6. Проаналізуйте можливі технології польового компостування;
7. Охарактеризуйте та проаналізуйте метод спалювання відходів, наведіть його переваги та недоліки;
8. Перелічіть сміттєспалювальні заводи, що існують в Україні, проаналізуйте ефективність їх роботи та ступінь їх необхідності;
9. Охарактеризуйте існуючі схеми збору і видалення ТПВ;
10. Назвіть систему збору відходів, прийняті в Україні;
11. Наведіть основні типи сміттєзбірників;
12. Поясніть принцип дії, конструкцію та призначення сміттєпроводу;
13. Охарактеризуйте транспорт для збору та транспортування ТПВ

14. Проаналізуйте існуючі системи збору відходів;
15. Основні принципи сортування відходів;
16. Закордонний досвід з організації роздільного збору сміття;
17. Назвіть принципи стратегії скорочення обсягів утворення відходів.

## **ЗМ 2 МОНІТОРИНГ ТА ЗАХИСТ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

### **Тема 5 Полігони для захоронення ТПВ. Похідні експлуатації полігонів**

Стратегія поводження з ТПВ в Україні передбачає переважне полігонне захоронення ТПВ або їх частки, що не мають комерційної цінності і не віднесені до «особливих видів відходів». Можливими шляхами утилізації цієї частки є: компостування або термічна обробка у разі доцільності для одержання тепла або електроенергії.

Полігони – це природоохоронні споруди, призначені для складування ТПВ і забезпечення захисту від забруднення атмосфери, ґрунтів, підземних і поверхневих вод, перешкоджаючи розповсюдженню патогенних мікроорганізмів за межі майданчика складування і забезпечуючи знезараження ТПВ біологічним способом [3, 6]. На полігонах можлива утилізація органічної складової ТПВ шляхом уловлювання біогазу.

Термін служби полігону повинен бути не менше 15–20 років. Розміщувати полігони необхідно з урахуванням вимог санітарних норм, з віддаленням від найближчої житлової забудови на відстань не менше 500 м. До полігону повинна бути підведена дорога з твердим покриттям. По всьому периметру майданчика, відведеного для полігону, повинна бути влаштована захисна лісосмуга завширшки не менше 20 м. Рівень ґрунтових вод під днищем полігону повинен знаходитися на глибині більше 2 м. На майданчику полігону не повинні знаходитися виходи водних джерел. Категорично забороняється використовувати під полігони акваторії річок, озер, стариць і боліт. Загальний вигляд полігону представлений на рисунку 5.1.

Захист від забруднення ґрунтів і ґрунтових вод здійснюється шляхом установки спеціального протифільтраційного екрану, укладеного по всьому днищу і бортам полігону, системи перехоплення, відведення і очищення фільтрату, а також системи наглядових свердловин для контролю якості ґрунтових вод.

Захист від забруднення ґрунтів і повітряного басейну здійснюється шляхом щоденного перекриття заповнених робочих карт полігону шарами ґрунту, організації системи збору, відведення і утилізації біогазу, устаткування робочих карт переносними сітками для перехоплення легких фракцій (папір, плівки), рекультивації поверхні заповнених ділянок полігону.

Основними чинниками негативного впливу функціонування полігонів є виділення біогазу та фільтраційних вод з тіла полігону.

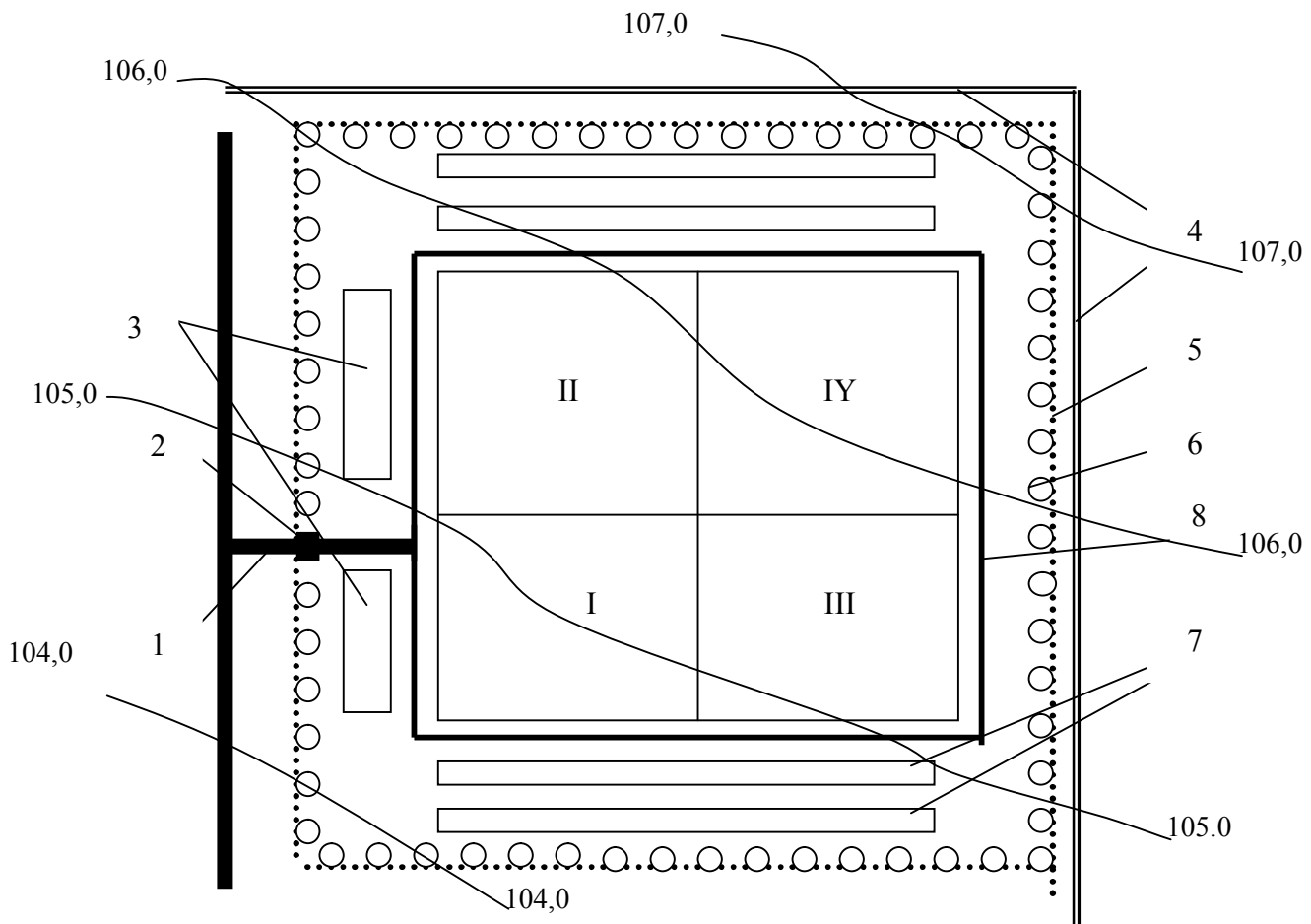


Рисунок 5.1– Загальний вигляд полігона:

( I- IV) - черги експлуатації полігона;

- 1 – під'їзна дорога; 2– в'їзд на полігон з пунктом радіометричного контролю;  
 3 – адміністративно - господарська зона; 4 – нагірний канал; 5 – огороження полігона; 6 – лісосмуга; 7 – кавальєри мінерального та родючого ґрунту;  
 8 – внутрішньогосподарська дорога

На полігонах відходи піддаються інтенсивному біохімічному розкладанню. На полігонах, що приймають практично 80 % загального потоку відходів, нові шари зазвичай мають товщину більше 0,5 м. При цьому швидко формуються анаеробні умови, у яких протікає біоконверсія органічних речовин за участю метаногенного та інших співтовариств мікроорганізмів. Найінтенсивніше процес протікає в перші 5 років, за які виділяється близько 50 % повного запасу біогазу. Основний процес біохімічних перетворень - біометаногенез (метанове бродіння) – процес перетворення органічної речовини в енергію в анаеробних умовах під дією бактеріальної флори.

Утворення газів у тілі смітників є великою екологічною проблемою. Полігонні запахи виникають не тільки внаслідок розкладання органічних відходів, як таких. Наприклад, депонування не відповідних відходів на полігонах може привести до значного погіршення екологічної обстановки.

Прикладом може служити депонування сухої штукатурки й інших відходів, що містять відносно високі рівні сірки.

Відновлювальні процеси в тілі полігонів приводять до утворення і потрапляння сірководню в біогаз. Депонування рідких відходів на полігонах Європи не дозволяється, що знизило можливість утворення неприємних запахів.

Газ у тілі полігону може загорятися, що може привести до виділення продуктів згоряння в атмосферу. Значно зменшити ймовірність загоряння можна якщо спроектувати та експлуатувати систему збору біогазу. Пожежі на полігонах найкраще запобігати за допомогою засипання поверхні полігону землею для ущільнення відходів і усунення доступу кисню.

Ступінь використання енергетичного потенціалу біогазу істотно розрізняється в різних країнах (табл. 5.1).

#### *Збір і транспортування біогазу*

Газ збирають системою вертикальних свердловин, розгалужених по території полігону та з'єднаних трубопроводами. Кожна свердловина глибиною 9 – 11 м має трубу діаметром 150 мм із полівінілхлориду. Свердловини пов'язані збірним колектором. Зібраний біогаз надходить в зовнішній трубопровід і утилізується або спалюється у факелі (рис. 5.1) [3].

Газ проходить крізь конденсатоуловлювач і сепаратор вологи, де більша частина її віддаляється. Газодувка, що встановлена на смітнику, щодоби подає на ТЕС по трубопроводу біогаз. По трасі трубопроводу встановлені конденсатоуловлювачі.

Таблиця 5.1 – Ступінь використання енергетичного потенціалу біогазу

Країна	Кількість установок	Встановлена потужність, МВт	Вихід біогазу, м <sup>3</sup> /т·рік
Європа	734	1275	3,1
США	354	2378	2,9
Азія	19	72	4,7
Австралія	18	76	3,8
Канада	15	106	5,7
Південна Америка	8	18	3,6
Африка	4	4	3,5



Рисунок 5.1 – Принцип збору та відводу газу

### Склад і властивості біогазу

Макрокомпонентами біогазу є метан ( $\text{CH}_4$ ) і діоксид вуглеці ( $\text{CO}_2$ ) їхнє співвідношення може мінятися від 40 – 70 % до 30 – 60 % відповідно. В істотно менших концентраціях присутні, як правило, азот ( $\text{N}_2$ ), кисень ( $\text{O}_2$ ), водень ( $\text{H}_2$ ). Як мікродомішки до складу біогазу можуть входити десятки різних органічних сполук.

Біогаз горючий, його середня калорійність становить приблизно 4500 Ккал на м. У певних концентраціях він токсичний. Конкретні показники токсичності визначаються наявністю ряду мікродомішок - сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ) і ін., має різкий неприємний захід. Біогаз відноситься до числа так званих парникових газів, що надає йому глобальну значимість і робить його об'єктом пильної уваги світового співтовариства. Зміст мікрокомпонентів у біогазі наведене в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Можливі попутні гази у складі біогазу,  $\text{мг/м}^3$

Хімічна сполука	Формула	Вміст
1	2	3
Етан	$\text{C}_2\text{H}_6$	0,8 – 48
Етилен	$\text{C}_2\text{H}_4$	0,7 – 31
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	1,4 – 13
Пропен (пропіляний)	$\text{C}_3\text{H}_6$	0,04 – 10
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	0,03 – 23
Бутен (бутилен)	$\text{C}_4\text{H}_{8-10}$	21
Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{12-20}$	12
2-метилпентан	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	0,02 – 1,5
3-метилпентан	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	0,02 – 1,5
Гексан	$\text{C}_6\text{H}_{14-20}$	18
Циклогексан	$\text{C}_6\text{H}_{10}$	0,03 – 11
2-метилгексан	$\text{C}_6\text{H}_{16}$	0,04 – 16
3-метилгексан	$\text{C}_6\text{H}_{20}$	0,04 – 13
Циклогексен	$\text{C}_6\text{H}_{10-12}$	6
Гептан	$\text{C}_7\text{H}_{16-20}$	8
2-метилгептан	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	0,05 – 2,5
3-метилгептан	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	0,05 – 2,5
Кумол	$\text{C}_9\text{H}_{12-10}$	32
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	0,2 – 137
Ундекан	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	48
Додекан	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	2 – 4
Тридекан	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	0,2 – 2,1
Бензол	$\text{C}_6\text{H}_6$	0,03 - 7
Етилбензол	$\text{C}_8\text{H}_{10}$	0,5 – 236
1,3, 5-5-метилбензол	$\text{C}_9\text{H}_{12}$	10 - 25
Толуол	$\text{C}_7\text{H}_8$	0,2 – 615
Ксилол	$\text{C}_8\text{H}_{10}$	0 – 376



Продовження таблиці 5.2

1	2	3
о- ксилол	$C_8H_{10}$	0,2 – 7
Трихлорфторметан	$CCl_3F$	1 – 84
Дихлордифторметан	$CCl_2F_2$	4 – 119
Хлортрифторметан	$CClF_3$	0 – 10
Дихлорметан	$CH_2Cl_2$	0 – 6
Трихлорметан	$CHCl_3$	0 – 2
Тетрахлорметан	$CCl_4$	0 – 0.6
1,1,1 - трихлоретан	$C_2H_3Cl_3$	0,5 – 4
Хлоретан	$C_2H_5Cl$	0 – 264
Дихлоретан	$C_2H_4Cl_2$	0 – 294
Трихлоретан	$C_2H_3Cl_3$	0 – 182
Тетрахлоретан	$C_2H_2Cl_4$	0,01 – 142
Хлорбензол	$C_6H_5Cl$	0 – 0,2

У США набув чинності закон про необхідність устаткування всіх без винятку полігонів країни системами збору та знешкодження біогазу, після того як американськими дослідниками було показано, що смітники є основним антропогенним джерелом метану в США [2, 5].

На полігоні з 1 кг сміття утворюється приблизно 0,26 м<sup>3</sup> біогазу. Біогаз відносять до низькосортних видів палива, спалювання якого забруднює повітряний басейн і сполучений з певним технічним ризиком, якщо цим займатися не професійно.

Іншим негативним фактором впливу полігону на навколишнє середовище є утворення фільтраційних вод.

У результаті протікання в тілі полігона процесів анаеробного розкладання ТПВ, проникнення усередину тіла полігона атмосферних опадів утвориться фільтрат, що представляє собою коричнево-буру рідину, що має змішаний захід ароматичних вуглеводнів, аміаку, гнильних сполук і ін. речовин.

Фільтраційні води смітників ТПВ є джерелом різноманітних забруднюючих речовин, у т.ч. важких металів. Вони представляють серйозну екологічну небезпеку для навколишнього середовища (грунтові води, ґрунт) і здоров'я людини. У Києві фільтраційні води смітників містять: фенолів – в 400 разів, формальдегіду – в 80 разів, нафтопродуктів – в 4 рази, свинцю – в 10 разів, марганцю – в 50 разів, ртуті – в 3 рази вище ГДК. Фільтрат також містить органічні речовини – 0,1 – 51 г/дм<sup>3</sup> за ХПК [5].

Найбільш піддані впливу фільтрату підземні води. Швидкість міграції фільтрату в зону аерації визначається особливостями геологічної будови полігона й часом функціонування смітника.

Якісні характеристики фільтраційних вод в залежності від фази експлуатації полігону наведені в таблиці 5.3 [5].

Таблиця 5.3 – Якісні характеристики фільтрату

Показник	«Молодий» фільтрат фаза ацетогенеза	«Старий» фільтрат фаза метаногенеза
pH	<6,5	7,5-8
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	13 000-15 000	180-200
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	20 000-25 000	500 – 3 000
БПК <sub>5</sub> /ХПК	0,3 – 0,5	0,06 – 0,1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	500	80
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1 200	60
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	470	180
Fe заг., мг/дм <sup>3</sup>	120	15
Mn <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	25	0,7
Zn <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	50	0,6
Азот	100 – 2000	

#### *Аналіз існуючих методів очищення фільтрату*

При розробці і впровадженні ефективних технологій очищення фільтрату полігона ТПВ і оцінці потенційного впливу фільтрату на навколишнє середовище необхідно прогнозувати якісні і кількісні зміни складу дренажних вод на різних етапах біодеструкції ТПВ.

Хімічний склад фільтрату прямо залежить від морфологічного складу ТПВ, що у свою чергу безпосередньо впливає на вибір методу і способу очищення фільтрату. Очищення таких вод являє собою надзвичайно складну проблему і вимагає багатоступінчастого сполучення різних фізико-хімічних і біологічних методів і великих капітальних і експлуатаційних вкладень. Фільтрат не може бути скинутий на рельєф або у водойму культурно-побутового і рибогосподарського використання навіть при великому ступені розведення. Фільтрат має гіпертоксичність, що не зникає при багаторазовому розведенні.

Показниками, що регламентують якість фільтрату при скиданні і необхідний ефект очищення, є вимоги природоохоронних органів, які визначили ГДК забруднюючих речовин в очищеному фільтраті.

Вихідний хімічний і біохімічний склад фільтрату залежить не тільки від морфології відходів, але й від зовнішніх факторів - пори року, інтенсивності атмосферних опадів, що не дозволяє з достатньою точністю прогнозувати склад і концентрації в ньому забруднюючих речовин. Про це свідчать дані лабораторних аналізів, наведені в попередніх розділах. Згідно цих даних, концентрації основних якісних показників відрізняються в кілька разів, а іноді й на порядок.

На практиці використовують три основні групи способів очищення фільтрату [3]:

- Біологічне очищення фільтрату на полігонах з відсортованих відходів;
- Фізико-хімічне багатоступінчасте очищення;

- Скидання в каналізацію не більше 5% фільтрату для наступного спільного очищення його з господарсько-побутовими стоками.

При розробці нових і вивченні існуючих методів очищення необхідно враховувати, що технологія очищення фільтрату повинна забезпечувати:

- руйнування токсичних з'єднань концентрованих стічних вод полігонів ТПВ, у тому числі й з'єднань, що утворюються в результаті життєдіяльності полігона на різних етапах його експлуатації;
- екстрагувати токсичні з'єднання, що не піддаються очищенню, (перевести в осад) у безпечну форму і вдруге використовувати на полігоні;

При виборі способу очищення фільтрату необхідно враховувати стадію розкладання відходів та граничні умови використання того чи іншого методу очищення, які наведена нижче:

*при використанні біохімічного очищення*

(стадія ацетогенеза):

- попереднє вапнування і коагуляція дозволяє знизити вміст солей твердості, іонів важких металів, що пригнічують життєдіяльність активного мулу;
- очищені таким чином дренажні води вимагають доочищення фізико-хімічними методами;

(стадія метаногенеза):

- дренажні води вимагають попередньої хімічної або фізико-хімічної обробки, тому що застосування біохімічних методів неефективно;

*при використанні озонування:*

(стадія метаногенеза):

- необхідна наступне біохімічне або фізико-хімічне очищення;
- (стадія ацетогенеза):
- як доочищення, видалення запаху і кольоровості;
  - при порівняно високих дозах озону ( 300-500 мг/дм<sup>3</sup> ) можна довести якість фільтраційних вод до нормативного, але це вимагає значних матеріальних витрат і енергоресурсів;

*при використанні сорбційного методу очищення*

(стадія метаногенеза):

- дієві при очищенні низькоконцентрованих фільтраційних вод;
- через багатокомпонентність дренажних вод існує складність підбора сорбенту за їхньою селективною здатністю, пов'язаною з розмірами пор;

*при використанні гальванокоагуляції і реагентної коагуляції*

(стадія ацетогенеза):

- реагентна коагуляція (солі Fe) може бути порівняно ефективною в якості предочистки (зниження ХПК на 50 %);
- при гальванокоагуляції досягається зниження ХПК до 60 %, кольоровості до 85 %;

(стадія метаногенеза):

- застосування реагентної коагуляції недоцільно через високі дози реагентів;
- простота і зручність в обслуговуванні, низькі витрати, дозволяють ефективно використовувати гальванокоагуляцію для очищення фільтрату;  
*при використанні мембранних технологій очищення*
- ефективність очищення залежить від матеріалу мембран і розміру пор;
- метод через складність в експлуатації і дорожнечі не може бути рекомендований у якості основного;
- відбувається швидке засмічення мембран і утворення концентрату, складного в подальшій утилізації;
- метод може бути використаний як стадія доочищення на будь-якому етапі життєдіяльності полігона ТПВ.

#### *Вплив функціонування полігонів на навколишнє середовище*

Місця поховання твердих побутових відходів є джерелом поширення забруднюючих речовин у компоненти природного середовища. З існуванням небезпеки безконтрольного забруднення навколишнього середовища пов'язане поняття екологічного ризику.

Основні заходи щодо мінімізації екологічного ризику і запобіганню необоротних наслідків для навколишнього середовища засновані на наступних принципах: правильного вибору місця для розміщення полігонів; створення технологічного і технічного оформлення полігонів, що запобігають проникнення забруднюючих речовин у компоненти навколишнього середовища (елементів штучного захисту); проведення контролю якості відходів і моніторингу за навколишнім середовищем.

Можливий збиток навколишньому середовищу від функціонування полігонів ТПВ обумовлений утворенням фільтрату та біогазу в товщі тіла полігону. Фільтрат, проникаючи в породи зони аерації і ґрунтових вод, забруднює їх. З поверхневим і ґрунтовим стоком фільтрат надходить у водні об'єкти, забруднюючи їх. У результаті біохімічних процесів у ґрунтах утвориться біогаз, що при виході на поверхню забруднює атмосферне повітря, і що нерідко приводить до загоряння відходів на смітниках і полігонах.

Для виключення можливого забруднення гірських порід зони аерації й підземних вод існують два підходи:

- недопущення потрапляння зайвої кількості вологи в тіло полігона;
- захист ґрунтових вод за допомогою правильного гідрогеологічного обґрунтування вибору місця для розміщення полігона, влаштування водонепроникних екранів полігона, збір і очищення дренажних вод.

Газ, що утвориться в товщі тіла при складуванні ТПВ на полігонах, у своєму складі містить безліч забруднень. На 98% він складається з метану та діоксиду вуглецю. Біогаз має виражену токсичну дію і неприємний запах. Для

мінімізації негативного впливу його на навколишнє середовище та на здоров'я людини проводять дегазацію тіла полігона методом відкачки біогазу через систему горизонтально прокладених перфорованих труб.

Для запобігання виносу легких фракцій сміття (папір, полімерна плівка й ін.) за межі ділянки складування його територію огороджують захисною сіткою з тонкого дроту. Раз у тиждень працівники полігона збирають сміття, що виноситься сильними поривами вітру через загородження.

Для боротьби з пацюками на території полігона встановлюють "годовниці" у вигляді відрізка труби, у які закладають приманку, з отрутою вповільненої дії. Для запобігання розмноження хвороботворних мікробів і найпростіших мікроорганізмів у масі відходів на полігонах заборонено робити поховання лікарняних, ветеринарних і біологічних відходів - для них передбачаються термічні методи їхнього знешкодження.

Відповідно до санітарних правил санітарна зона приймається – 0,5 км. У санітарно-захисній зоні забороняється розміщення житлової забудови, свердловин і колодязів для питних цілей.

Для полігонів ТПВ розробляють екомоніторинг для здійснення контролю за якісним і кількісним складом відходів; технічним станом інженерних споруд; за зміною якості поверхневих, підземних вод і атмосферного повітря; ґрунтовим і рослинним покривом; шумовим забрудненням.

Програма моніторингу включає наступні спостереження за:

- хімічним складом і кількістю фільтрату, що утвориться;
- зміною якості ґрунтових вод за межами полігона;
- забрудненням атмосферного повітря, як у робочій зоні на території полігона, так і за її межами;
- відповідністю відходів, що надходять на полігон, заявленому ступеню небезпеки.

Якість ґрунтових вод контролюють періодично через спостережні свердловини пробурені за межами полігона, що дозволяють виявляти зміни хімічного складу підземних вод.

Система моніторингу повинна включати постійне спостереження за станом повітряного середовища. У цих цілях щоквартально проводять аналізи проб повітря, що відбирається в приземному шарі в зоні перекритої ділянки смітника і на межі із санітарно-захисною зоною, на вміст у ньому шкідливих сполук.

У випадку встановлення ступеня забруднення атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони вище ГДК повинні бути вжиті відповідні заходи, спрямовані на зниження рівня забруднення.

Система моніторингу повинна включати постійне спостереження за станом ґрунту в зоні можливого впливу смітника. Із цією метою контролюють якість ґрунту й рослин на вміст екзогенних хімічних речовин, які не повинні перевищувати ГДК у ґрунті. Контроль вмісту забруднюючих речовин у рослинах і ґрунті проводять не рідше одного разу на рік ( липень-серпень).

#### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Охарактеризуйте призначення полігонів, їх основні функції;

2. Наведіть основні правила влаштування полігонів;
3. Назвіть основні принципи захисту атмосфери, гідросфери та літосфери від шкідливого впливу полігонів;
4. Інфраструктура полігону;
5. Назвіть основні чинники негативного впливу функціонування полігонів ТПВ;
6. Проаналізуйте причини утворення біогазу, його обсяги;
7. Охарактеризуйте системи для збору та транспортування біогазу;
8. Проаналізуйте ступінь використання енергетичного потенціалу біогазу в різних країнах світу;
9. Наведіть основні властивості біогазу;
10. Проаналізуйте склад біогазу, наведіть можливі попутні гази у складі смітничого газу (біогазу);
11. Назвіть причини утворення фільтраційних вод полігонів, їх властивості;
12. Наведіть якісну характеристику фільтраційних вод, в залежності, від фази розкладу відходів;
13. Наведіть існуючі методи очищення фільтрату, проаналізуйте їх ефективність на різних стадіях експлуатації полігонів;
14. Наведіть основні заходи з мінімізації негативного впливу полігону на навколишнє середовище;
15. Назвіть основні методи захисту гірських порід та підземних вод від фільтрату;

## **Тема 6** Вплив функціонування полігонів на навколишнє середовище

Найважливішими екологічними проблемами сучасності внаслідок антропогенного забруднення довкілля є глобальні тенденції зміни складу і якості атмосфери, водного басейну, ґрунтів, земельних та інших природних ресурсів, перенесення поллютантів на великі відстані, на територію інших держав, вплив на довкілля фотохімічних оксидантів і кислотних опадів, вплив хлорфторвуглеводів та інших речовин на озоновий шар, вплив на клімат «парникових газів». Ці проблеми є не лише регіональними, а й глобальними.

Наприкінці 60 - х років XX ст. багато країн усвідомили необхідність координації зусиль щодо збору, збереженню і переробці інформації про стан довкілля. Вперше проблема охорони навколишнього середовища як комплексна глобальна проблема охорони біосфери в цілому, а не лише окремих видів рослин і тварин, була розглянута на Міждержавній міжнародній конференції в 1968 році. Її результатом стало прийняття однієї з найбільших наукових програм «Людина і біосфера».

*Конференція ООН (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.)* волею керівників 192 країн ухвалила «Повістку дня на XXI століття» – розгорнуту програму екологічної орієнтації розвитку суспільства» і проголосила принципи переходу до стійкого та екологічно безпечного соціально-економічного розвитку на базі принципу повної відповідальності за долю людства в умовах екологічної кризи.

Виконання цих завдань неможливе без інформаційно-методичного забезпечення структур управління.

Для виявлення змін стану навколишнього середовища під впливом діяльності людини необхідна система стеження, тобто одночасного спостереження і контролю за досліджуваним об'єктом.

Людство споконвіку застосовувало метод спостережень як спосіб пізнання, заснований на відносно тривалому цілеспрямованому і планомірному сприйнятті предметів і явищ навколишнього світу. Слово «моніторинг» (англ. – контроль).

Термін *моніторинг* виник у науці спочатку для визначення системи повторних спостережень у просторі і часі за досліджуваним об'єктом із визначеними цілями відповідно до поставленої програми.

Таким чином, моніторинг – це система спостережень, оцінювання, контролю і прогнозу стану навколишнього середовища. Він не включає в свою структуру органи управління якістю навколишнього середовища (НС), але постачає їм необхідну інформацію для здійснення управлінського процесу та для розроблення інженерних проектів і наукових методів захисту довкілля.

Можна назвати такі основні напрямки діяльності системи моніторингу:

- спостереження за фактичним станом та за факторами впливу на навколишнє природне середовище;
- оцінка фактичного стану природного середовища;
- контроль відповідності фактичного стану стандартам;
- прогноз можливих змін стану природного середовища та оцінка його розвитку.

Моніторинг може охоплювати як локальні райони планети, так і всю земну кулю в цілому.

Ідея про необхідність створення системи глобального міжнародного моніторингу була висловлена спеціальною комісією Наукового комітету з проблем навколишнього середовища Міжнародної ради наукових союзів у 1971 р. У цьому ж році була опублікована брошура «Глобальний моніторинг природного середовища».

Глобальна система моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС) виникла на основі рішення Конференції ООН із проблем навколишнього середовища (Стокгольм, 1972 р.). На цій конференції було дане визначення моніторингу як системи повторних спостережень одного чи більше елементів НПС у просторі і в часі з певними цілями відповідно до заздалегідь підготовленої програми.

Метою моніторингу навколишнього середовища (МонНС) є визначення стану і якості навколишнього середовища і екосистем Землі та прогнозування в них змін під впливом антропогенних факторів.

Завдання моніторингу обумовлені необхідністю забезпечення в рамках служби МонНС досягнення таких цілей:

- спостереження і реєстрація параметрів стану НС, їх оцінка і контроль достовірності даних вимірювання;

- виявлення каналів надходження політантив у НС та оцінювання їх потоків;
- вивчення негативних наслідків забруднення НС;
- вивчення причинно-наслідкових зв'язків між рівнем забруднення НС і його змінами, обумовленими цим рівнем;
- визначення критичних рівнів концентрації речовин, що можуть викликати порушення біологічних і біохімічних процесів;
- вивчення фізичних, хімічних, біологічних процесів, що визначають асиміляційну ємність, та оцінка асиміляційної ємності екосистем;
- моделювання екологічних процесів для удосконалення прогнозу екологічних ситуацій на локальному, регіональному і глобальному рівнях;
- забезпечення уніфікації методів спостереження, відбору проб, обробки даних, аналізу й оцінювання для одержання результатів, які можна зіставляти і порівнювати незалежно від місця і часу їх одержання;
- забезпечення користувачів інформацією, необхідною для прийняття природоохоронних рішень.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [9] передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Мінприроди та інші центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля.

Урядом України прийнято ряд законодавчих актів у галузі моніторингу довкілля, зокрема, «Положення про державну систему моніторингу довкілля» було затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. Відповідно до цього положення визначені суб'єкти моніторингу: Мінагрополітики, Мінприроди.

*Законодавчі акти в галузі моніторингу навколишнього природного середовища*

Офіційно система моніторингу НПС в Україні створена в 1972 р.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (далі – ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Мінприроди та інші центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля.

Основні законодавчі акти, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля:

- постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 р.
- № 343 «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря»;



- постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996
- № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993
- № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004
- № 51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення»;
- Закон України «Про державну геологічну службу України».

#### *Оцінювання та прогнозування якості води*

Оскільки не існує єдиного показника, який визначав би весь комплекс характеристик води, оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Інша форма класифікації показників якості води – їх розподіл на загальні та специфічні.

До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водоймищ. Присутність у воді *специфічних показників* обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних *фізичних показників* якості води належать: температура, запах, прозорість, кольоровість, вміст зважених речовин.

*Бактеріологічні показники* характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок у літрі води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка.

*Гідробіологічні показники* дають змогу оцінити якість води за тваринним населенням та рослинністю водоймищ. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися за настільки слабого забруднення водних об'єктів, яке не виявляється жодними іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливі [10, 11].

Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: вміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; вміст азоту і фосфору та мінеральний склад.

До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди і важкі метали.

Оцінювання якості води базується на системі контрольних показників, із якими порівнюється якість досліджуваної води. Застосовують одиночні, опосередковані (непрямі) та комплексні оцінки забрудненості поверхневих вод за гідрохімічними показниками. Саме комплексні оцінки дають найточнішу і найоб'єктивнішу інформацію про якість поверхневих вод.

*Комплексне оцінювання забрудненості поверхневих вод* – інформація про забруднення або якість води, виражена за допомогою певних систем показників чи обмеженої сукупності характеристик її складу і властивостей, які порівнюються з критеріями якості води чи нормами для певного виду водокористування чи водоспоживання.

Відповідно до Водного кодексу України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів.

*Оцінка якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування*

Діючі нормативи дають змогу оцінити якість води, яка використовується для комунально-побутових, господарсько-питних та рибогосподарських потреб.

Нормативна база оцінки якості води формується на основі загальних вимог до складу та властивостей води і значень гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об'єктів. Загальні вимоги визначають допустимі склад та властивості води, які оцінюються за найважливішими фізичними, бактеріологічними та узагальненими хімічними показниками.

*Гранично допустима концентрація (ГДК)* – рівень концентрації речовин у воді, за перевищення якого вона вважається непридатною для певного виду водокористування.

Гранично допустима концентрація домішок у воді водойм господарського, культурно-побутового призначення (ГДКв) – це така концентрація шкідливих речовин, яка не повинна впливати безпосередньо або опосередковано на організм людини впродовж усього життя та на здоров'я майбутніх поколінь і не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

Гранично допустима концентрація домішок у воді водойм, що використовуються для рибної промисловості (ГДКр) – це концентрація шкідливих речовин, яка не має шкідливого впливу (безпосередньо або опосередковано) на популяції риб або інші водні організми.

Усі речовини за характером негативного впливу поділяють на 5 груп. Кожна група об'єднує речовини однакової ознаки впливу, яку називають ознакою шкідливості. Одна й та сама речовина в різних концентраціях може спричиняти появу різних ознак шкідливості.

*Лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ)* – ознака шкідливості, яка з'являється при найменшій концентрації речовини.

До I групи віднесені речовини, до яких ставляться загальні вимоги щодо об'єму розчиненого кисню, біологічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), завислих речовин, водневого показника (рН), мінералізації; ознака шкідливості є загальносанітарна. У II групу входять речовини із санітарно-токсикологічними лімітуючими ознаками шкідливості:  $SO_4$ ,  $Cl$ ,  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $NO_3$ ,  $Cr$ . До III групи належать речовини токсикологічної ЛОШ ( $N - NH_4$ ,  $N - NO_2$ , СПАР,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Ni$ ). До IV групи відносять речовини рибогосподарських ЛОШ – феноли, нафтопродукти, V група охоплює речовини з органолептичними ЛОШ.

Оцінюючи якість води у водоймищах комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, з'ясовують також клас *шкідливості речовини*. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності та ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи шкідливості речовин:

- перший – надзвичайно шкідливі;
- другий – високошкідливі;
- третій – шкідливі;
- четвертий – помірно шкідливі.

Під час оцінювання якості води застосовують принцип адитивності – односпрямованої дії, відповідно до якого належність кількох речовин до однієї й тієї самої ЛОШ виявляється в підсумовуванні їх негативного впливу.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттю «Моніторинг навколишнього середовища».
2. Система глобального моніторингу навколишнього середовища, актуальність створення, організація-засновник.
3. Цілі та завдання моніторингу навколишнього середовища.
4. Наведіть схему здійснення моніторингу навколишнього середовища.
5. Назвіть та охарактеризуйте функціональні рівні моніторингу навколишнього середовища.
6. Наведіть класифікацію видів моніторингу.

### **Тема 7 Моніторинг компонентів довкілля**

#### *Моніторинг поверхневих джерел*

Проблема водних ресурсів актуальна для нашої країни, так як питання водозабезпечення населення і галузей економіки залежить від екологічного стану річок і водойм. Сучасна щорічна потреба населення та галузей економіки у водних ресурсах становить близько 15 млрд м<sup>3</sup> [10]. Основними причинами забруднення поверхневих вод є скид забруднених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води з забудованих територій та сільгоспугідь, а також ерозія ґрунтів на водозабірній площі. Наведені факти обумовлюють необхідність створення системи моніторингу вод.

Про актуальність даної проблеми на глобальному рівні є те, що складовою частиною глобальної системи моніторингу навколишнього середовища є програма щодо проблем водних ресурсів – ГСМНС/(вода). Відповідно до цієї програми працюють: Програма з навколишнього середовища (ЮНЕП), Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Всесвітня метеорологічна організація (ВМО) і Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО).

Завданнями програми ГСМНС/(вода) є:

- моніторинг поширення і трансформації забруднюючих речовин у водному середовищі;
- оповіщення про серйозні порушення стану водних об'єктів;
- нагадування урядам про необхідність прийняття заходів щодо охорони, відновлення і поліпшення водного середовища.

У розрізі ГСМНС у 1972 р. у нашій країні була створена державна служба спостережень і контролю стану поверхневих вод суші. Її організаційна структура будувалася за ієрархічним принципом: первинний пункт спостережень → регіональний пункт спостереження і збору даних → головний центр збору і аналізу інформації. Служба мала три рівні: станції спостережень первинних пунктів; територіальні та регіональні центри та центри вищого рівня Гідрометеоцентру й інших головних центрів (НДІ). Інформація цієї служби в обробленому і систематизованому вигляді була представлена в кадастрових виданнях, наприклад, «Щорічні дані про склад і якість поверхневих вод суші».

Починаючи з 1960 року, на території України діють 11 басейнових управлінь і 27 спеціальних гідрохімічних лабораторій, які підпорядковані Держкомгідромету і контролюють рівень забруднення поверхневих вод. Сучасна гідрологічна мережа України налічує 374 пости, з яких на 339 вимірюють витрати води, а на 119 – вивчають твердий стік. Озерна мережа налічує 60 постів.

Основний обсяг робіт із моніторингу річок виконують пункти спостережень гідрометеослужби, де виконують дослідження гідрометричних і гідрологічних характеристик водостоків та водойм, а також визначають гідрохімічні та гідробіологічні показники якості поверхневих вод. Ці пункти розділено за 10 річковими басейнами України. Найбільше пунктів спостережень за кількісними та якісними показниками розташовано в басейні Дніпра, розвинена мережа спостережень в басейнах Дунаю та Дністра.

Основою розміщення гідрологічних пунктів спостережень є принцип одержання основних характеристик (з визначеною точністю) водного режиму – рівня води і річкового стоку. Кількість і щільність розташування пунктів спостережень визначають за природно-кліматичними чинниками, а також за запитами народного господарства і служби прогнозів. Здебільшого пости виконують спостереження у терміни 51 – 100 років, деякі у терміни – 31–50 років:

- від 1 до 10 років – 2;
- від 11 до 30 років – 27;
- від 31 до 50 років – 51;
- від 51 до 100 років – 243;
- понад 100 років – 40.

Первинним функціональним складовим елементом у системі організації МДВ є пункти спостережень. Саме результати їх роботи забезпечують всю подальшу роботу цієї системи.

Під *пунктом спостережень* потрібно розуміти місце на водоймі чи водотоці, у якому виконують комплекс робіт для одержання даних про якість води. Пункти спостережень організовують у першу чергу на водоймах і водотоках, що мають велике народногосподарське значення, та тих, що зазнають значного забруднення промисловими, сільськогосподарськими чи господарсько-побутовими стічними водами. На незабруднених водоймах і водотоках (умовно чистих) чи їх ділянках створюють пункти для фонових спостережень.

Пункти спостережень організовують у районах:

- розташування промислових центрів та інших міст і великих селищ, стічні води яких скидаються у водойми і водотоки;
- скидання стічних вод окремо великими промисловими підприємствами, територіальними виробничими комплексами та організованого скидання сільськогосподарських стічних вод;
- місць нересту і зимовища цінних видів промислових організмів;
- пригребльових ділянок рік, важливих для рибогосподарства;
- перетинання ріками державних кордонів;
- замикаючих створів великих і середніх рік;
- гирлах забруднених приток великих водойм і водотоків.

У пунктах спостережень організовують один чи декілька створів. Під *створом* розуміють умовний поперечний переріз водойми чи водотоку, у якому виконується комплекс робіт для одержання даних про якість води. Місце розташування створів установлюють з урахуванням гідрометеорологічних і морфологічних особливостей водного об'єкта, розташування джерел забруднення, кількості, складу і властивостей стічних вод, що скидаються в нього, інтересів водокористувачів і водоспоживачів.

Два створи і більше встановлюють на водотоках за наявності організованого скидання стічних вод. Один із них розташовують вище джерела забруднення (поза впливом досліджуваних стічних вод), інші – нижче джерела (чи групи джерел) скидів у місці повного змішання стоків із водою ріки.

Верхній (перший) фоновий створ встановлюють на 1 км вище першого джерела скидів стічних вод. Хімічний склад води в пробі, відібраної в створі вище джерела забруднення, характеризує фонові показники якості води водотоку в даному пункті. Порівняння фонових показників із показниками якості води в пробі, відібраної нижче джерела забруднення, дозволяє судити про характер і ступінь забруднення води під впливом джерел забруднення в зоні даного пункту.

За наявності групи джерел забруднення верхній (фоновий) створ розташовують вище першого джерела, нижній – нижче останнього найнижчого. Між створами вище і нижче джерел забруднення можуть бути встановлені додаткові створи, що повинні характеризувати вплив окремих джерел забруднення.

У створі може бути не одна, а кілька точок пробовідбору води, розташованих по лінії створу від берега до берега. До того ж у кожній точці

пробовідбору відбір проб може здійснюватися як на поверхні води, так і в глибині, тобто по вертикалі вглиб на певних горизонтах від поверхні води.

Усі пункти спостережень за якістю води водойм і водотоків поділяють на 4 категорії, обумовлені частотою і детальністю програм спостережень. Призначення кількості і місць розташування пунктів контролю визначаються правилами спостережень за якістю води водойм і водотоків.

*Пункти першої категорії* розташовують на середніх і великих водоймах і водотоках, що мають важливе народногосподарське значення, зокрема: у районах міст із населенням понад 1 млн жителів; у місцях нересту і зимовища особливо цінних видів промислових риб; у районах повторюваних аварійних скидів забруднюючих речовин; у районах організованого скидання стічних вод із високим рівнем забруднення води.

*Пункти другої категорії* влаштовують на водоймах і водотоках у межах таких ділянок: у районах міст із населенням від 0,5 до 1 млн жителів; у місцях нересту і зимовища цінних видів промислових риб (організмів); на важливих для рибного господарства передплотинних ділянках рік; у місцях організованого скидання дренажних стічних вод зі зрошуваних сільськогосподарських територій чи промислових стічних вод; при перетинанні ріками державного кордону; у районах із середнім забрудненням води.

*Пункти третьої категорії* розташовують на водоймах і водотоках у таких місцях: у районах міст із населенням менше 0,5 млн жителів; на замикаючих ділянках великих і середніх рік; у гирлах забруднених притоків великих рік і водойм; у районах організованого скидання стічних вод, у результаті чого спостерігається низьке забруднення води.

*Пункти четвертої категорії* встановлюють: на незабруднених ділянках водойм і водотоків, на водоймах і водотоках на територіях державних заповідників і національних парків.

### *Програми спостережень за якістю води*

Спостереження за якістю води ведуть за визначеними видами програм, які вибирають залежно від категорії пункту спостереження.

Періодичність проведення контролю за гідробіологічними і гідрохімічними показниками встановлюють відповідно до категорії пункту спостережень. При виборі програми контролю враховують цільове використання водойми (водотоку), склад стічних вод, що скидаються, вимоги споживачів інформації.

Спостереження за обов'язковою повною програмою спостережень за гідробіологічними і гідрохімічними показниками на водотоках здійснюють, як правило, 7 разів на рік в основні фази водного режиму: під час повені – на підйомі, піку і спаді; під час літньої межені – при найменшій витраті і при проходженні дощового паводка; восени – перед льодоставом; під час зимової межені. У водоймах якість води досліджують при таких гідрологічних ситуаціях: взимку при найбільш низькому рівні і найбільшій товщині льоду; на початку весняного наповнення водойми; у період максимального наповнення; у літньо-осінній період при найбільш низькому рівні води.

Параметри, визначення яких передбачає повна програма спостережень за якістю поверхневих вод за гідрохімічними і гідрологічними показниками, наведені в табл. 7.1.

Скорочену програму спостережень за якістю поверхневих вод за гідрологічними і гідрохімічними показниками поділяють на три види.

*Перша скорочена програма* передбачає визначення витрати води (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури води, концентрації розчиненого кисню, питомої електропровідності та візуальні спостереження.

*Друга скорочена програма* передбачає визначення витрати води (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури, рН, питомої електропровідності, концентрації зважених речовин, ХПК, БПК<sub>5</sub>, концентрації 2–3 забруднюючих речовин (основних для води в даному пункті контролю) і візуальні спостереження.

*Третя скорочена програма* передбачає визначення витрати води, швидкості течії (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури, рН, концентрації зважених речовин, концентрації розчиненого кисню, БПК<sub>5</sub>, концентрації ЗР, що забруднюють воду в даному пункті контролю/

Фоновий моніторинг підземних вод здійснюють на регіональному рівні геологічні територіальні організації Мінекоресурсів шляхом систематичних спостережень за підземними водами на спеціальній мережі пунктів (свердловини, колодязі та джерела) з метою одержання інформації для оцінювання і прогнозування змін стану водних об'єктів внаслідок промислової та господарської діяльності.

Проби води на хімічний аналіз підземних вод відбираються залежно від складності гідрогеологічного і гідрохімічного стану і поставлених завдань 1–12 разів на рік або частіше, залежно від виробничої необхідності підприємств, що використовують підземні води.

Мінімальна кількість проб для мікробіологічних та органолептичних показників – 4 проби на рік (за сезонами).

*Організація спостережень загального моніторингу*

При забрудненні або небезпеці забруднення підземних вод обсяг і спосіб спостережень за їх режимом або якістю визначається геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів та МОЗ залежно від значення і виду їх використання, а також з урахуванням можливих наслідків їх забруднення.

Лабораторний контроль якості підземних вод здійснюються підприємством, що забруднює підземні води.

*Програми спостережень*

На водозаборах підземних вод для водопостачання аналіз води впродовж першого року експлуатації проводять не рідше чотирьох разів (по сезонах року), у подальшому – не менше ніж один раз на рік.

*Спостереження за рівнем та витратою підземних вод*

На ділянках локальної (відомчої) мережі спостережень режиму підземних вод встановлюється залежність його зміни від режиму експлуатації штучних

споруд, від дебіту (витрати експлуатаційних або поглинаючих свердловин, водовідливу із гірничих виробок, витрати дренажних споруд, об'ємів води, яка подається для поливу та ін.), а також від характеру роботи самих споруд. При наявності такого зв'язку до спостережень за станом підземних вод додаються також спостереження за режимом роботи експлуатаційних свердловин, колодязів, галерей та за режимом штучних факторів (полив або зрошення, водовідлив із гірничих виробок та ін.). При наявності взаємозв'язку підземних вод із поверхневими обов'язково необхідне проведення спостережень за режимом поверхневих вод [11].

Виміри рівня води у свердловинах для спостереження проводяться 1–10 разів на місяць (3, 9, 15, 21 і 27 числа).

Одночасно з виміром рівня води здійснюється і вимір температури підземних вод. Терміни спостережень можуть бути змінені лише за узгодженням із геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів.

Виміри динамічного рівня води в експлуатаційних свердловинах і колодязях проводяться завжди в той самий встановлений час. При нецілодобовій роботі виміри динамічного рівня доцільно проводити перед зупинкою насосів.

#### *Спостереження за температурою підземних вод*

Виміри температури доцільно проводити у свердловинах, з яких відбирають проби на хімічний аналіз або вимірюють рівень води.

#### *Програми спостережень*

Спостереження проводяться у ті самі терміни, що й спостереження за рівнем та дебітом підземних вод. У свердловинах, з яких проводиться відкачка води, температуру вимірюють як перед відкачкою, так і після відкачки.

Температуру води вимірюють джерельними (лінівими) термометрами із поділками 0,1–0,2 град. Термометр повинен бути забезпечений паспортом, у якому вказуються поправки. Номер термометра і поправка до нього заносяться до польової книжки.

#### *Спостереження за хімічним складом та токсичністю підземних вод*

Точки спостереження, де відбираються проби води для вивчення хімічного складу, вибираються таким чином, щоб вони характеризували типові ділянки водоносного горизонту. У першу чергу такі точки спостереження визначаються на перетинах поперек шляху руху забруднюючих речовин або там, де є основні джерела забруднення.

#### *Програми спостережень*

Періодичність відбору проб визначається швидкістю просування фронту забруднення. Відбори проб повинні проводитись не рідше одного разу на квартал із ближчих до зони забруднення свердловин і раз на півроку – із свердловин, більш віддалених від зони забруднення, а також 1 раз на місяць із свердловин, які вже знаходяться у зоні забруднення вод. Бажано, щоб проби відбирались у середині кварталу або півріччя.

#### *Радіаційний контроль підземних вод*

Контроль за чистотою підземних вод здійснюють за допомогою аналізів проб, узятих із спостережних свердловин, а при наявності гамма-



випромінюючих ізотопів – проведенням замірів гамма-випромінювання безпосередньо у створах цих свердловин.

Проби беруть у різні сезони року, але не менше 4 разів на рік. Перед узяттям проби вимірюють рівень води у свердловині, а потім з неї відкачують 2–3 об'єми води. Після відкачування пробу беруть спеціальним стаканом із нержавіючої сталі (бажано окремим для кожної свердловини). Об'єм проби повинен забезпечити проведення радіометричних вимірювань, радіохімічного і хімічного аналізів води.

#### *Державний водний кадастр*

Інформація про стан водних об'єктів представлена в державному водному кадастрі [12].

Державний водний кадастр (ДВК) – це систематизоване зведення даних про водні ресурси країни. Він включає кількісні і якісні показники, дані реєстрації водокористувачів та обліку використання водних ресурсів. Ведення ДВК передбачене «Водним законодавством України». Його роботу регламентує «Порядок ведення державного водного кадастру», затверджений постановою КМУ № 269 від 29.02.96 р. (зі змінами 2013 року).

Державний водний кадастр складається з метою систематизації даних державного обліку вод та визначення наявних для використання водних ресурсів.

Державний водний кадастр являє собою систематизований звіт відомостей про: поверхневі, підземні, внутрішні морські води та територіальне море (далі – водні об'єкти); обсяги, режим, якість і використання вод (водних об'єктів); водокористувачів (крім вторинних).

До державного водного кадастру включаються також відомості про водогосподарські об'єкти, що забезпечують використання води, очищення та скид зворотних вод, а саме: споруди для акумуляції та регулювання поверхневих і підземних вод; споруди для забору та транспортування води; споруди для скиду зворотних вод; споруди, на яких здійснюється очищення зворотних вод (з оцінювання їх ефективності).

Державний водний кадастр складається з трьох розділів: поверхневі води, підземні води, водокористування.

Державний водний кадастр включає дані державного обліку поверхневих і підземних вод, державного обліку артезіанських свердловин та державного обліку водокористування, які систематизуються за водними об'єктами та їх ділянками, водозбірними басейнами річок та морів, басейнами підземних вод, водогосподарськими ділянками, економічними районами, адміністративно-територіальними одиницями і в цілому в Україні.

Державний водний кадастр ведеться:

- ДСНС за розділом «Поверхневі води»;
- Держгеонадра за розділом «Підземні води»;
- Держводагентством за розділом «Водокористування».

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттю «об'єкт моніторингу підземних вод».
2. Перелічіть організації – суб'єкти моніторингу підземних вод.
3. Назвіть види державного моніторингу підземних вод.
4. Сформулюйте призначення та порядок проведення фонового моніторингу підземних вод.
5. Назвіть параметри, що контролюються при проведенні фонового моніторингу підземних вод.
6. Яким чином вибирається мережа спостережень при проведенні загального моніторингу вод?
7. За якими параметрами проводиться контроль стану підземних вод при проведенні загального моніторингу?
8. Назвіть програми спостережень за показниками підземних вод при загальному моніторингу.
9. Яким чином проводяться спостереження за хімічним складом та токсичністю підземних вод?
10. Охарактеризуйте принципи проведення моніторингу ґрунтових вод.

### **Тема 8 Основні заходи захисту водних об'єктів**

*Спостереження за джерелами негативного впливу на екологічний стан водних об'єктів*

Вимоги щодо правил контролю скидання стічних вод і оцінки їх впливу на якість води у водних об'єктах, а також складу і властивостей вод у процесі технологічного використання й очищення в Україні встановлює керівний державний нормативний документ (КНД). Він поширюється на стічні та технологічні води систем каналізації та технічного водопостачання, включаючи води споруд та устаткування, що діють, реконструюються або проектується. КНД не поширюється на аварійні скидання.

Контроль стічних вод проводиться з метою визначення відповідності їх складу і властивостей вимогам, встановленим при скиданні вод у водні об'єкти чи системи каналізації. Контроль технологічних вод проводиться з метою визначення відповідності їх складу і властивостей вимогам, встановленим регламентом експлуатації систем зворотного або послідовного водопостачання. З метою перевірки ефективності роботи очисних споруд проводиться контроль складу і властивостей стічних вод на різних ступенях очищення.

Для оцінювання впливу стічних вод на стан природних вод проводиться контроль складу і властивостей вод у водних об'єктах, що приймають стічні води. Скидання стічних вод у водні об'єкти допускається лише за умови дотримання нормативів ГДК речовин у воді водних об'єктів.

Місцеві органи Державної екологічної інспекції проводять вибірковий контроль складу і властивостей стічних вод та вод водотоків і водойм з метою встановлення достовірності відомчого контролю.

Водокористувачі здійснюють контроль:

- складу і властивостей стічних вод і їх відповідності визначеним

нормам скидання;

- складу і властивостей стічних вод на окремих ланках технологічної схеми очищення і використання вод та їх відповідності технологічним регламентам;
- складу і властивостей вод водного об'єкта, в який скидаються стічні води, і дотримання нормативів якості вод водних об'єктів згідно із встановленим видом водокористування [10, 11].

Перелік показників складу і властивостей вод, що контролюються, визначається водокористувачем згідно з дозволом на спеціальне водокористування і нормативами гранично допустимого скидання ЗР з урахуванням особливостей технології виробництва. У разі стабільності складу і властивостей стічних вод водокористувач має право виконувати контроль за скороченою програмою, тобто включати у перелік показників, що контролюються, лише найбільш характерні для даного виробництва. Стабільність складу і властивостей стічних вод та перелік показників, що включаються до скороченої програми контролю, визначаються водокористувачем або на його замовлення компетентною організацією.

У місцевих органах Мінекобезпеки створюються інформаційні банки даних, які зберігають дані про якість води водних об'єктів і обсяги та склад домішок, що надходять до контрольних створів.

#### *Відбір та зберігання проб води*

Вимоги щодо відбору проб з метою подальшого визначення хімічних та фізичних показників складу і властивостей вод викладені у керівному державному нормативному документі (КНД 211.1.0.009-94). Він містить загальні вимоги щодо організації відбору, видів проб, місць, часу та частоти відбору, пристроїв, засобів та посуду для відбору та зберігання проб, реєстрації та транспортування проб, техніки безпеки. Цей керівний документ не поширюється на відбір проб для визначення складу та властивостей вод джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.

Контрольні створи на поверхневих водних об'єктах, де розміщуються пости відбору проб, встановлюються за таблицею 8.1.

Таблиця 8.1 – Розміщення контрольних створів на водних об'єктах

Тип водного об'єкта	Джерела забруднення	Кількість створів	Розміщення створів
Водойма	Організоване скидання стічних вод	Не менше двох	У радіусі 0,5 км від місця скидання стічних вод
Водотік	Організоване скидання стічних вод	Не менше двох	На відстані 0,5 км вище та нижче місця скидання стічних вод

Залежно від мети дослідження вдаються до разового або регулярного відбору проб.

Посуд для відбору проб може суттєво впливати на результати. Посуд для відбору та зберігання проб, а також засоби його герметизації не повинні призводити до змін складу або властивостей проб. Завдання відбору, зберігання та транспортування проб задовольняє посуд, виготовлений з хімічно стійких матеріалів. Цей посуд повинен мати маркування, що не змивається.

Реєстрація, зберігання та транспортування проб проводиться за певною процедурою. До відібраної проби додається супровідний документ

Зберігання проб допустиме лише у разі неможливості проведення аналізу відразу після відбору. При цьому необхідно враховувати можливі зміни у складі та властивостях проби. Для збільшення терміну зберігання проби її консервують.

#### *Облаштування протифільтраційного екрану*

Противільтраційним екраном полігонів ТПВ вважається екран, що має відповідно до європейських стандартів коефіцієнт фільтрації води не більше  $10^{-9}$  м/с.

Дно і укосу котловану повинні мати протифільтраційні екрани з природних матеріалів із коефіцієнтом фільтрації води не більшим  $10^{-9}$  м/с і товщиною не меншою 1,0 м.

Якщо протифільтраційний екран з мінерального ґрунту не відповідає вимогам, застосовують штучний протифільтраційний екран, що має коефіцієнт фільтрації води не більший за  $10^{-9}$  м/с, строк дії більший ніж 75 років, стійкий до можливих навантажень, ультрафіолетового випромінювання і пошкодження гризунами. Для захисту штучної гідроізоляції від механічних ушкоджень на її поверхню насипають шар дрібного піску, подрібненого суглинку або дрібнозернистих промислових відходів (IV класу небезпеки) з розміром зерна не більше 0,5 мм, завтовшки не менше 0,5 м. Матеріал штучної гідроізоляції має бути хімічно стійким до тривалого впливу фільтрату.

Використання інших матеріалів для укладання протифільтраційних екранів допускається за умови, що вони мають коефіцієнт фільтрації води не більш  $10^{-9}$  м/с.

Система збору фільтрату відповідає за його відведення по дну котловану в ізольовані водоприймальні ємності, розташовані за межами насипу відходів (ділянки складування), розраховані на періодичну їхню відкачку та вивіз на найближчі очисні споруди. Основними елементами системи збору фільтрату є: рельєф поверхонь котловану; відходи; протифільтраційний екран; трубчаста дренажна система із щебеневим обсіпанням; прийомні колодязі.

Виходячи з досвіду проектування та експлуатації полігонів поховання ТПВ, параметри дренажної мережі приймають конструктивно з наступною перевіркою розрахунковим шляхом.

Дренажна мережа складається з наступних елементів:

- системи дрен, покладених зверху водонепроникного екрана, і обсіпаних гравійно-пісчаною сумішшю за методом зворотного фільтра (рис.8.1);
- дренажного шару, відсіпаного між дренажними трубами та по їх поверхні.

Систему дрен у котловані влаштовують окремо для кожної черги експлуатації полігона першого ярусу. Кожна дренажна мережа в котлованах складається із двох взаємно перпендикулярних колекторів та дренів-збирачів. При цьому один з колекторів з'єднаний з резервуаром накопичувачем, винесеним за межі карт відсіпання - рис. 8.2.

Колектори та дрени виконують із перфорованих труб. Оптимальна відстань між дренами складає 50 – 70 м. Дренажні труби виконують із поліетилену високого тиску, стійкими до агресивного середовища фільтрату та досить міцними, щоб сприймали тиск вище покладених відходів і динамічне навантаження від працюючої техніки. Використання бетонних труб для дренажу не рекомендується, тому що досвід експлуатації полігонів показав, що бетон не стійкий в агресивному середовищі фільтрату.

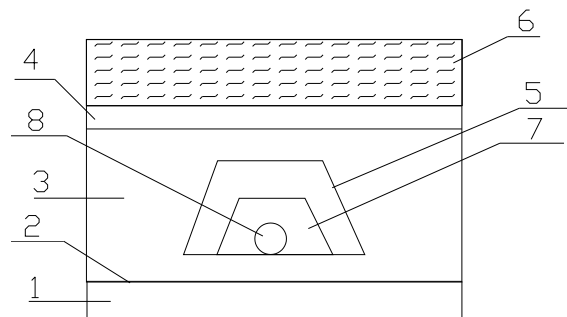


Рисунок 8.1 – Конструкція дрена:

- 1 – вирівнюючий шар; 2 – протифільтраційний екран;  
 3 -- захисний шар з крупнозернистого піску; 4 – перехідний шар з піску;  
 5 – відходи; 6,7 – два шари гравійно-щебеневих обсіпань дренажних труб за методом зворотнього фільтру, 8 – дренажна труба

У процесі розробки ґрунту в котлованах поверхні підвалин виконують з нахилом. Ухил приймають не більше 0,005. Далі на поверхні підвалин влаштовують нижній протифільтраційний екран і по його верху укладають дренажні труби. Діаметр колекторних труб приймають рівним 150 мм, а дренажних труб – 100 мм. Ухили дрен і колекторів приймають конструктивно. Для виконання щебеневого обсіпання можна використовувати легкий одноковшевий навантажувач. Для щебеневого обсіпання варто використовувати щебені округлої форми діаметром 40 – 70 мм.

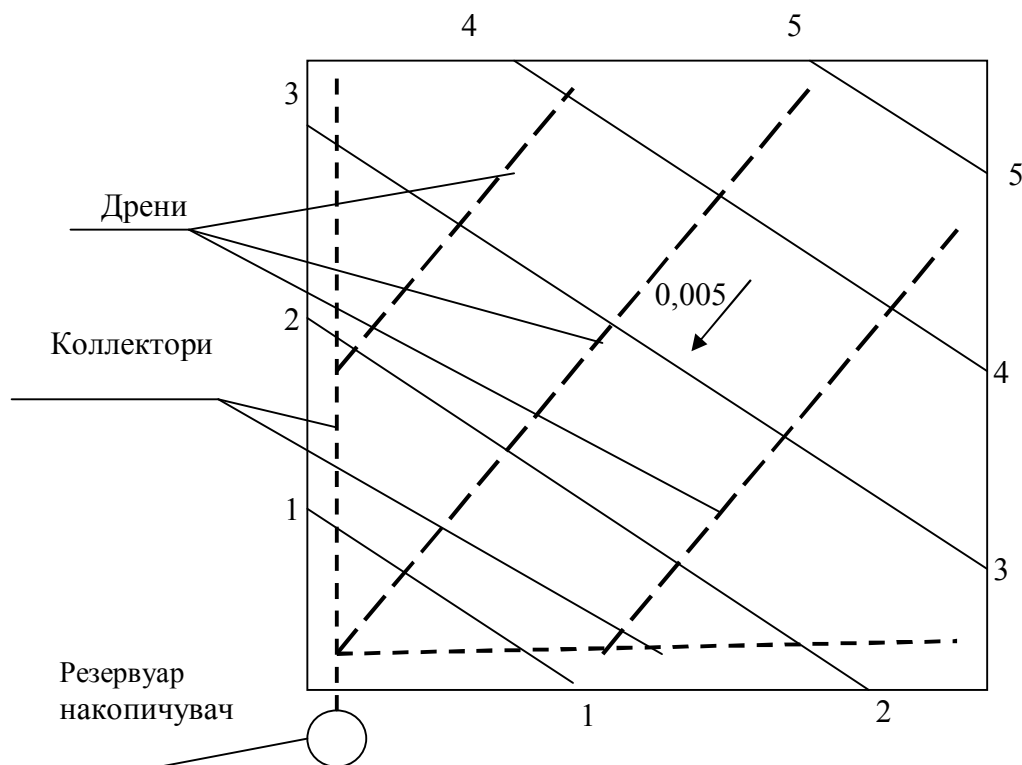


Рисунок 8.2 – Компонування дренажної мережі в котловані першої черги експлуатації полігону

Дренажні труби, прокладені по поверхні протифільтраційного екрана, обсыпають гравійно-пісчаною сумішшю за методом зворотнього фільтра. Товщина обсыпання повинна бути в 2 рази більше діаметра труби.

Конструкція колектора та дрени наведений на рисунку 8.1

Далі формують дренажний шар шляхом відсіпання грубозернистого піску між колекторними та дренажними трубами. По поверхні дренажного шару формують перехідний шар з піску. Після цього укладають відходи. Дренажний шар призначений для швидкого відведення фільтрату до дренажних труб. Фільтрат, що утвориться у тілі полігону, по дренах надходить у колектори, один із яких з'єднаний з колодязем - приймачем фільтрату. Приймні колодязі встановлюють поза котлованами та з'єднують із колектором. Вони складаються з типових залізобетонних елементів і чавунних оглядових люків із кришками.

*Облаштування нижнього глиняного протифільтраційного екрану (у котловані)*

Виходячи з гідрогеологічних умов підвалини полігона складають ґрунти представлені легким суглинком з  $k_f = 0,2$  м/доб ( $2,4 \cdot 10^{-6}$  м/с) (додаток 3), ґрунтові води розташовані на глибині  $h_{гв} = 4,8$ м (додаток 3). Гідрогеологічні умови ділянки будівництва не задовольняють вимогам, що висуваються до природних геохімічних бар'єрів.

Тому приймається рішення будівництва нижнього протифільтраційного екрана, що має конструкцію, наведену на рисунку 8.3.

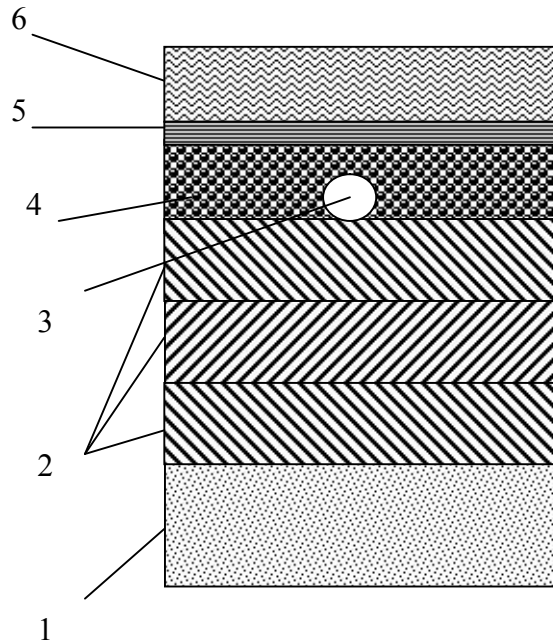


Рисунок 8.3 – Конструкція нижнього протифільтраційного екрану:

- 1 – гірські породи підвалини полігону;
- 2 – глиняний замок (два або три шари ущільненої глини по 0,25 м кожний з  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$  м/с);
- 3 – дренажна труба діаметром 0,1 м;
- 4 – дренажний шар з гальки, 0,3 м;
- 5 – перехідний шар, виконуваний відсіпанням мінерального незв'язного ґрунту 0,2 м;
- 6 – перший шар ТПВ

При розробці ґрунту дну котловану надають ухил  $i = 0,02$  у бік загального зниження рельєфу місцевості. На спланованій поверхні дна котловану зводять нижній протифільтраційний екран - глиняний замок, складається з 3<sup>х</sup> шарів глини по 0,25 м кожний, з коефіцієнтом фільтрації  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$  м/с, покладених пошарово з ущільненням кожного шару.

Поверх глиняного протифільтраційного екрану укладають дренажний шар, що покриває всю ділянку протифільтраційного екрану, товщиною 0,3 м, відсіпкою дренажної гальки. Дренажний шар направляє фільтрат до системи дренажів, а також захищає глиняний екран від несприятливих погодних умов.

Поверх дренажного шару укладають перехідний шар відсіпанням піску товщиною до 0,2 м. По верху перехідного шару починають відсіпати відходи.

#### *Вибір методу очищення дренажних вод полігону*

Хімічний склад фільтрату прямо залежить від морфологічного складу ТПВ, що у свою чергу безпосередньо впливає на вибір методу і способу очищення фільтрату. Очищення таких вод являє собою надзвичайно складну проблему та вимагає багатоступеневого сполучення різних фізико-хімічних і біологічних методів та великих капітальних і експлуатаційних вкладень.

Фактором, що регламентує якість фільтрату при скиданні і, як наслідок, необхідну ефективність очищення, є вимоги природоохоронних органів, які визначили ГДК забруднюючих речовин в очищеному фільтраті.

Вихідний хімічний і біохімічний склад фільтрату полігону, залежить не тільки від морфології відходів, але й від зовнішніх факторів - пори року,

інтенсивності атмосферних опадів, що не дозволяє з достатньою точністю прогнозувати склад і концентрації в ньому забруднюючих речовин.

Якісний склад фільтрату наведений в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Якісний склад фільтрату

Якісні показники								
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>повн.</sub> , мгО/л	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/л	Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	рН	Азот мг/дм <sup>3</sup>	Нітрати мг/дм <sup>3</sup>	Сульфати мг/дм <sup>3</sup>
24 406	120	1020	1,3	52	7,9	657,8	14,9	1 942

В залежності від якісних показників фільтрату необхідно обрати схему очищення фільтрату до показників, що дозволяються до скиду в поверхневі водойма чи централізовану каналізацію, в залежності від завдання.

Виходячи із проведеного аналізу закордонної та вітчизняної літератури існує три основні групи способів очищення фільтрату [3, 5]:

- Біологічне очищення фільтрату на полігонах з відсортованих відходів;
- Фізико-хімічне багатоступеневе очищення;
- Скидання в каналізацію не більше 5% фільтрату для наступного спільного очищення його з господарсько-побутовими стоками.

При розробці нових і вивченні існуючих методів очищення необхідно враховувати, що технологія очищення фільтрату повинна забезпечувати:

- деструкцію токсичних сполук концентрованих стічних вод полігонів ТПВ, у тому числі і сполук, що утворюються в результаті життєдіяльності полігона на різних етапах його експлуатації;
- екстрагувати токсичні сполуки, що не піддаються очищенню, перевести в осад або у безпечну форму і вдруге використовувати на полігоні;
- довести якість очищеного фільтрату до припустимого до скидання або вторинного використання на полігоні (наприклад, у якості зволожувача тіла полігона).

### Контрольні питання для самоперевірки

1. Особливості спостереження за джерелами негативного впливу на екологічний стан водних об'єктів;
2. Порядок відбору та зберігання проб води;
3. Порядок розміщення контрольних створів на водних об'єктах;
4. Особливості облаштування протифільтраційного екрану та глиняного протифільтраційного екрану;
5. Принцип вибору методу очищення дренажних вод полігону.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Твердые бытовые отходы. Технологии, оборудование. Проблемы и решения / [А. М. Касимов, В. Т. Семенов, А. М. Коваленко и др.] . Харьков : ХНАГХ, 2006.–301 с.
2. Вилсон Д. Утилизация твердых отходов /Давид Вилсон ; перевод с английского. Том 1. М. : Стройиздат, 1985. – т. 1. 336 с.
3. Гриценко А. В. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса / А. В. Гриценко, Н. П. Горох– Х. : ХНАДУ, 2005.– 340с.
4. Про відходи : Закон України від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.
5. Дегтярь М. В. Использование активированного раствора коагулянта сульфата алюминия для интенсификации процесса очистки дренажных вод полигонов твердых бытовых отходов : дис. ...канд. техн. наук : 05.23.04-водоснабжение, канализация / Дегтярь Мария Владимировна ; ОДАБА. – Одеса, 2012.– 187 с.
6. Про затвердження Правил визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів : Наказ М-ва з питань житлово-комунального господарства України від 30.07.2010 № 259 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ... <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0871-10>.
7. Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки : Постанова Верховної Ради України від 5 червня 1997 року N 320/97.
8. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посібник / В. С. Джигирей. – 5-те вид., випр. і доп. – Київ : Т-во «Знання», 2007. – 319 с.
9. Про охорону навколишнього природного середовища (зі змінами та доповненнями) : Закон України від 26.06.91 № 1268-XII [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.
10. Батлук В. А. Основи екології : підручник / В. А. Батлук. – Київ : Знання, 2007.– 519 с.
11. Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. М. Крайнюков, А. Н. Некос. – Харків : Фоліо, 2015. – 203 с.
12. Про затвердження Порядку ведення державного водного кадастру : Постанова Кабінету Міністрів України від 08.04.1996 №413 – XII [Електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/413-96-%D0%BF> .

*Навчальне видання*

**ДЕГТЯР** Марія Володимирівна

**ЗАХИСТ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ СКЛАДУВАННІ ТА ЗАХОРОНЕННІ  
ШЛАМІВ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 3, 4 курсів денної і заочної форм навчання першого рівня  
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
освітня програма «Гідротехніка (Водні ресурси)»*

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *М. В. Дегтяр*

План 2018, поз. 91Л

---

Підп. до друку 04.09.2019. Формат 60 × 84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 3,4

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua).

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.